МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ’ЯЗКУ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Кафедра "Електричний рухомий склад залізниць"

ЖУРНАЛ
лабораторних занять з дисципліни
"Теорія електричної тяги"

Студент_____

Група_____

Дніпропетровськ 2006

Укладачі: д.т.н., проф. Гетьман Г.К., ас. Васильєв В.Є.

Журнал лабораторних занять з дисципліни "Теорія електричної тяги" / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна; Укл.: Г. К. Гетьман, В. Є. Васильєв. – Д., 2004. – 26 с.

Журнал призначено для оформлення результатів лабораторних робіт з дисципліни "Теорія електричної тяги".

Іл. 7. Табл.15 .

Підписано до друку . Формат 60x84 1/16. Папір для множних апаратів. Ризограф. Умовн. друк. арк. 1.51. Обл.-вид. арк. 1.7.

Замовлення № . Тираж 100 прим. Безкоштовно.

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. Акад. Лазаряна, 2.

Індивідуальне завдання до виконання лабораторних робіт

1. Діаметр рушійних коліс _____ мм

2. Кількість рушійних осей _____

3. Опір якоря двигуна_____ Ом

4. Передатне відношення редуктора_____

5. Максимальний допустимий струм двигуна _____ А

6. Максимальна напруга двигуна в режимі
реостатного гальмування _____ В

7. _____

8._____

Керівник лабораторних
занять _____

Лабораторна робота № 1

Вивчення характеристик електрорухомого складу з двигунами послідовного збудження

Мета роботи. Вивчення характеристик електрорухомого складу постійного струму при послідовному збудженні тягових двигунів. Вивчення засобів регулювання швидкості і методів перерахунку характеристик на змінені параметри.

Програма роботи:

1. Вивчити: електромеханічні характеристики двигуна послідовного збудження; засоби розрахунку характеристик і перерахунку їх на змінені параметри; засоби регулювання швидкості двигунів постійного струму; способи побудови тягової характеристики і її обмежень.

2. На лабораторній установці зібрати схему за рис.1.1 і зняти швидкісні характеристики $n(I)$ двигуна № 1. Досліди провести при номінальній напрузі на затискачах якоря для режимів повного й ослабленого збудження.

3. Зневажаючи втратами на тертя і в криці, розрахувати залежність $M(I)$ та характеристики $v(I)$ і $F_{кд}(I)$. Дані дослідів і розрахунків занести до табл.1.1.

4. Відповідно до заданої кількості рушійних осей установити можливі групування тягових двигунів для електрорухомого складу постійного струму, розрахувати і побудувати повні електротягові характеристики. При перерахунку швидкісних характеристик на змінену напругу користуватися наближеною формулою. Результати розрахунків привести у вигляді табл. 1.2.

5. За розрахунковими даними побудувати тягову характеристику. Розрахувати і побудувати обмеження по струму.

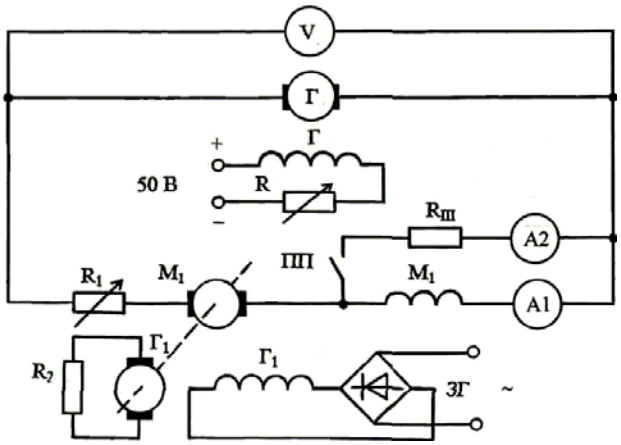

Рис. 1.1

Таблиця 1.1

Збудження	№ п/п	I, А	n, об/хв	$IR_д$, В	E, В	$P_е$, Вт	M, Нм	v, км/г	F, Н
Повне	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
Послаблене	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								

Таблиця 1.2

№ п/п	I, А	Повне збудження					Послаблене збудження				
		$v_{н(п)}$, км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н	$v_{н(п)}$ км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

M, Н	Електромеханічні характеристики
v, км/г	
$F_{кд}$, Н	
	I, А

$F_к$, Н	Тягові характеристики
	v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 2

Вивчення характеристик електрорухомого складу з двигунами незалежного збудження

Мета роботи. Вивчення характеристик тягових двигунів незалежного збудження.

Програма роботи:

1. Вивчити особливості характеристик тягових двигунів незалежного збудження.
2. Перевести двигун № 1 на незалежне збудження і зняти його швидкісні характеристики при двох значеннях струму збудження (номінальному і половині номінального).
3. Розрахувати залежність $M(I)$ і характеристики v(I) та $F_{кд}(I)$ для номінальної напруги
4. Відповідно до заданого числа рушійних осей визначити можливі групування тягових двигунів для електрорухомого складу постійного струму і розрахувати повні електротягові і тягові характеристики. Дані дослідів і розрахунків подати у формі табл. 2.1 і 2.2.
5. За даними розрахунків побудувати повні електротягові і тягові характеристики. Розрахувати і побудувати обмеження тягової характеристики по струму.

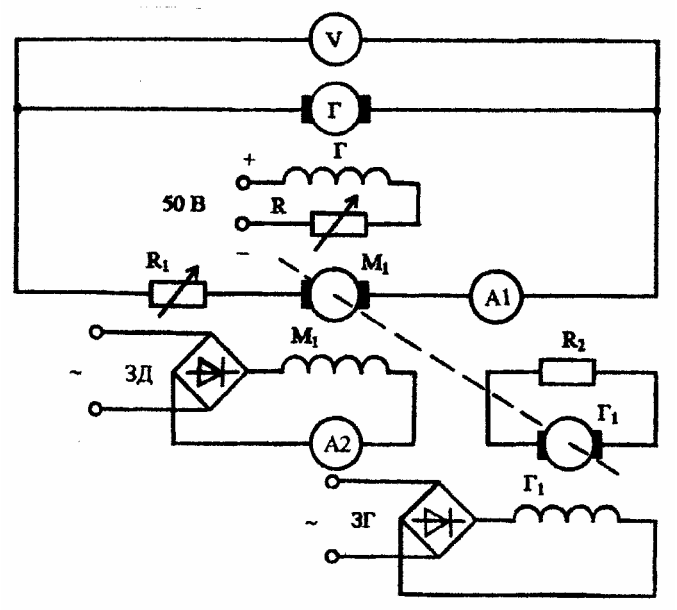

Рис. 2.1

Таблиця 2.1

Збудження	№ п/п	I, А	n, об/хв	$IR_д$, В	E, В	$P_е$, Вт	M, Нм	v, км/г	$F_к$, Н
Повне	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
Послаблене	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								

Таблиця 2.2

№ п/п	I, А	Повне збудження					Послаблене збудження				
		$v_{н(п)}$, км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н	$v_{н(п)}$, км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

M, Нм	Електромеханічні характеристики
v, км/г	
$F_{кд}$, Н	
	I, А

$F_к$, Н	Тягові характеристики
	v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 3

Вивчення характеристик електрорухомого складу з двигунами змішаного збудження

Мета роботи. Вивчення електротягових і тягових характеристик при змішаному збудженні тягових двигунів.

Програма роботи:

1. Вивчити послідовність визначення характеристик тягових двигунів при погоджено-змішаному збудженні.

2. Включивши двигун № 1 за схемою погоджено-змішаного збудження (схема рис.3.1), зняти швидкісні характеристики $n(I)$ при номінальному і нульовому значеннях струму обмотки незалежного збудження.

3. За даними дослідів розрахувати $M(I)$,v(I), $F_{кд}(I)$.

4. За заданою кількістю рушійних осей визначити можливі угрупування тягових двигунів для електрорухомого складу постійного струму і розрахувати повні електротягові характеристики. Дані дослідів і розрахунків подати у вигляді табл. 3.1 і 3.2.

5. За розрахунковими даними побудувати повні електротягові характеристики. Побудувати тягову характеристику і її обмеження по струму.

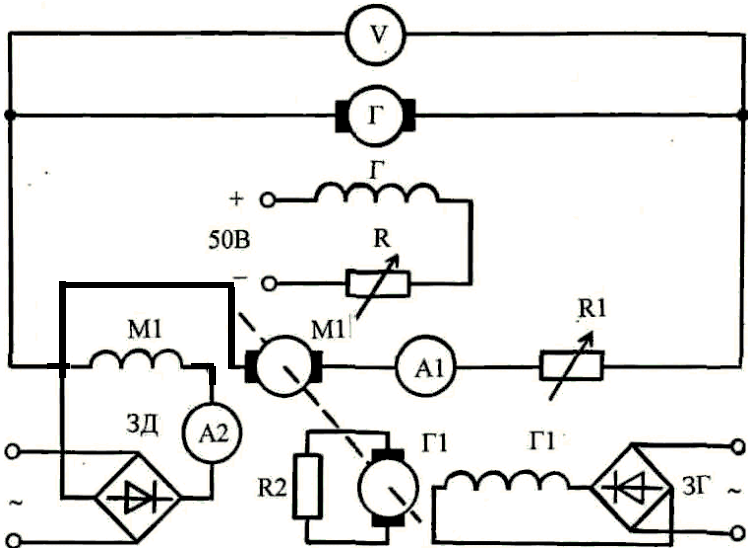

Рис. 3.1

Таблиця 3.1

Збудження	№ п/п	I, А	n, об/хв	$IR_д$, В	E, В	$P_е$, Вт	M, Нм	v, км/г	$F_к$, Н
Повне	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
Послаблене	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								

Таблиця 3.2

№ п/п	I, А	Повне збудження					Послаблене збудження				
		$v_{н(п)}$, км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н	$v_{н(п)}$, км/г	$v_с$, км/г	$v_{сп}$, км/г	$F_{кд}$, Н	$F_к$, Н
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

Електромеханічні характеристики
M, Нм
v, км/г
Fкд, Н
I, А

Fк, Н
Тягові характеристики
v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

ΔI_p, А
Струмова характеристика
v, км/г

ΔI_u, А
Струмова характеристика
v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 5

Визначення коефіцієнта інерції обертових частин

Мета роботи. Вивчення методів експериментального визначення коефіцієнта інерції обертових частин.

Програма роботи:

1. Ознайомитися з поняттям коефіцієнта інерції обертових частин і вивчити методи його експериментального й аналітичного визначення.

2. Включити двигун на незалежне збудження у відповідності зі схемою рис. 5.1 і зняти залежність втрат холостого ходу колісно-моторного блока від швидкості.

3. Розрахувати і побудувати залежність обумовлених втратами холостого ходу сил опору руху від швидкості $\Delta W(\mathrm{v})$. Дані вимірів і розрахунків подати у вигляді табл. 5.1.

4. Зберігаючи струм збудження таким же, що і при визначенні втрат холостого ходу, зняти криву вибігу колісної пари $n(t)$. Розрахувати і побудувати криву $\mathrm{v}(t)$. Дані вимірів і розрахунків подати у вигляді табл. 5.2.

5. За даними дослідів для ряду значень швидкості руху розрахувати коефіцієнт інерції обертових частин і обчислити його середні арифметичні значення. Результати вимірів і розрахунків подати вигляді табл. 5.3.

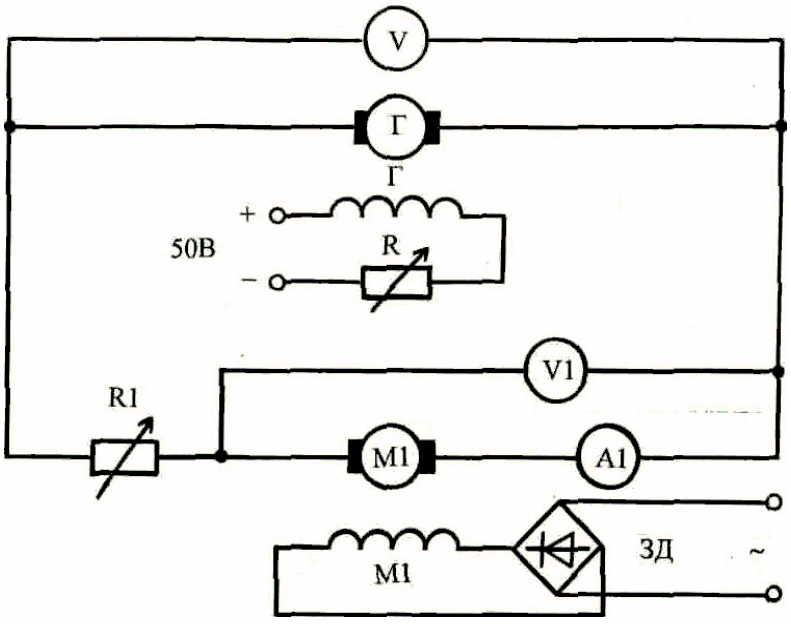

Рис. 5.1

Таблиця 5.1

№ п/п	n, об/хв	U, В	I, А	UI, Вт	$I^2R_д$, Вт	$\Delta P_х$, Вт	v, км/г	ΔW, Н
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Таблиця 5.2

n, об/хв							
t, с							
v, км/г							

Таблиця 5.3

№ п/п	v, км/г	Δv, км/г	Δt, с	Δv/Δt, км/(г·с)	ΔW, Н	1+γ
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

v, км/г

Крива вибігу

t, с

ΔW, Н

Залежність опору від швидкості

v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 6

Визначення основного опору руху

Мета роботи. Вивчення: 1) основного опору руху і обумовлюючих його факторів; 2) засобів експериментального визначення основного опору руху; 3) методів визначення коефіцієнтів емпіричних формул для розрахунку основного опору руху.

Програма роботи:

1. Вивчити складові основного опору руху та існуючі засоби його експериментального визначення.

2. Включивши двигун на джерело живлення у відповідності зі схемою рис.1, зняти криву вибігу $n(t)$, починаючи з частоти обертання колісної пари 250-300 об/хвил. Поточні значення часу фіксувати через рівні інтервали частоти обертання Δn. Дослід повторити тричі. Дані вимірів занести до табл. 6.1.

3. Визначити проміжки часу Δt, що відповідають зниженню частоти обертання на обраний при проведенні дослідів інтервал Δn.

4. За дослідними даними розрахувати питомий опір руху, обумовлений силами тертя в колісно-моторному блоці ΔW. Дані розрахунків занести до табл. 6.2.

5. Апроксимувати залежність $\Delta W(v)$ виразом виду $\Delta W = a + b \cdot v$, використовуючи спеціальну програму для ПЕОМ.

6. Побудувати залежність $\Delta W(v)$ за даними розрахунків за емпіричними формулами та результатами експерименту.

Таблиця 6.1

№ п/п	$n_н$, об/хв	$n_к$, об/хв	$n_{ср}$, об/хв	t			Δt		
				Дослід			Дослід		
				№1	№2	№3	№1	№2	№3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Таблиця 6.2

№ п/п	v, км/г	Δv, км/г	ΔW, Н			$\Delta W \cdot$v, Н·км/г			v^2, $(км/г)^2$
			Дослід			Дослід			
			№1	№2	№3	№1	№2	№3	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 7

Аналіз впливу схеми включення тягових двигунів на динамічну жорсткість тягових характеристик і протибоксовочні якості електрорухомого складу

Мета роботи. Аналіз впливу засобу з'єднання тягових двигунів і форми зовнішньої характеристики джерела живлення на динамічну жорсткість тягових характеристик і процес розвитку боксування колісних пар.

Програма роботи:

1. Вивчити особливості процесу боксування, обумовлені послідовним з'єднанням двигунів на електрорухомому складі постійного струму та зовнішньої характеристики тягового випрямляча електрорухомого складу змінного струму.

2. Включивши двигуни № 1 і № 3 послідовно у відповідності зі схемою рис. 7.1 і імітуючи боксування колісної пари, пов'язаної з двигуном № 3, зняти його динамічну швидкісну характеристику $n(I)$ при напрузі джерела живлення $2U_{\text{н}}$ на колекторах, одночасно фіксуючи зміни напруги і струму обох двигунів. Боксування імітувати зміною передатного відношення фрикційного механізму, що з'єднує двигун № 3 з колісною парою. Під час проведення досліду частоту обертання двигуна № 1 підтримувати постійною за рахунок регулювання збудження навантажувального генератора Г1. Значення цієї частоти потрібно вибрати такою, щоб у нормальних умовах реалізації сили тяги забезпечити навантаження двигунів на 110-120% від номінального.

3. Включити двигуни № 1 і № 3 на паралельне живлення відповідно до схеми рис. 7.2 і зняти швидкісні характеристики двигуна № 3, що відповідають випадку боксування зв'язаної з ним колісної пари. При проведенні досліду частоту обертання двигуна № 1 обрати таку ж, як і в досліді, зазначеному в пункті 2.

4. За дослідними даними, які отримані при виконанні пунктів 2 і 3, розрахувати характеристики двигуна № 3. Дані дослідів і розрахунків привести у вигляді табл.7.1.

5. За розрахунковими даними побудувати тягові характеристики двигуна № 3, що відповідають:

а) паралельному живленню двох двигунів від одного джерела живлення;

б) послідовному включенню двох двигунів на джерело живлення з напругою $2U_н$ в процесі боксування колісної пари.

6. Проаналізувати дослідні дані і побудовані відповідно до пункту 5 тягові характеристики. Зробити висновки про вплив засобу включення двигунів на динамічну жорсткість тягових характеристик та на тягові властивості електрорухомого складу.

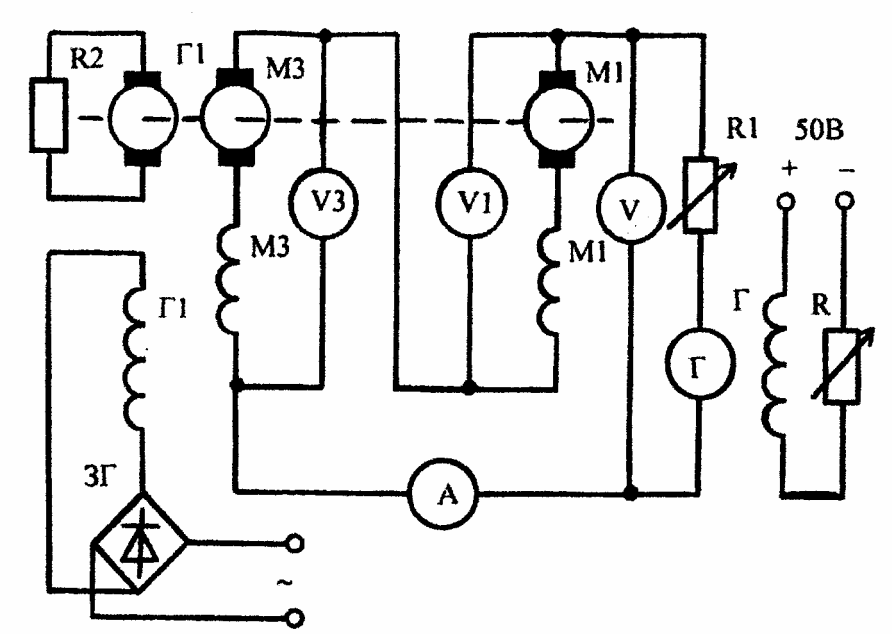

Рис. 7.1

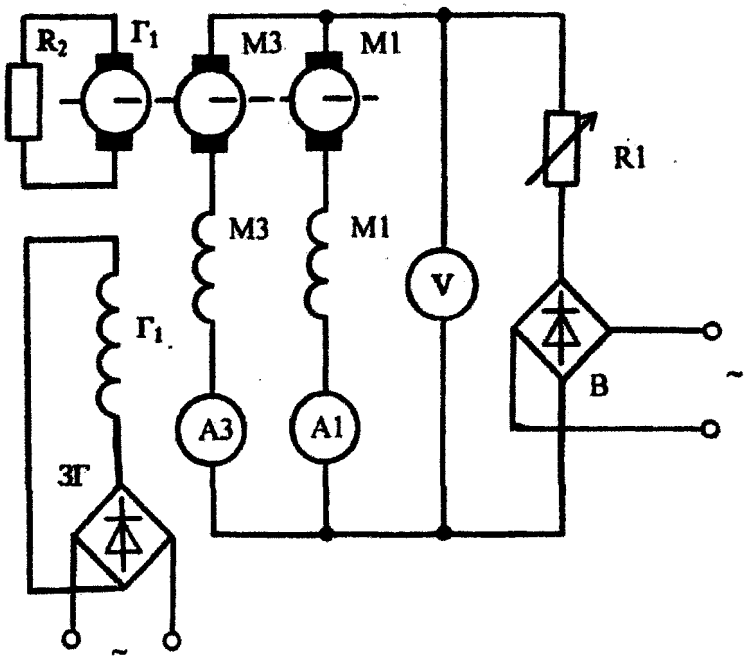

Рис. 7.2

Таблиця 7.1

З’єднання	U_1, В	U_2, В	I_1, А	I_2, А	n_3, об/хв	v, км/г	$СФ$, В·Г/км	$F_{кд}$, Н
Послідовне								
Паралельне								

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____

Лабораторна робота № 8

Вивчення характеристик реостатного гальмування при послідовному самозбудженні

Мета роботи. Вивчення схем реостатного гальмування з послідовним самозбудженням двигунів та засобів розрахунку гальмівних характеристик.

Програма роботи:

1. Вивчити особливості процесу послідовного самозбудження в схемах реостатного гальмування.

2. Включити двигун № 1 у відповідності зі схемою рис. 8.1 і визначити характеристики $n(I)$ для режиму реостатного гальмування. Досліди провести для трьох значень опору гальмівного резистора (0,0, 1,0, 2,0 Ом).

3. За даними дослідів розрахувати і побудувати характеристики I(v) і B(v), результати привести в табл. 8.1.

4. Нанести на гальмівну характеристику обмеження гальмівної сили максимально допустимими значеннями струму якоря і напруги.

5. Вивчити особливості побудови і принцип дії схем реостатного гальмування з декількома двигунами.

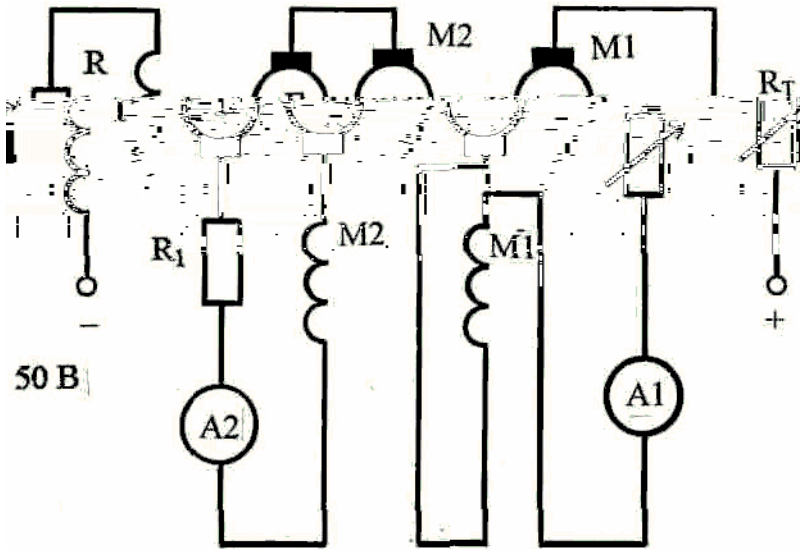

Рис. 8.1

$B_т$, Н	Гальмівна характеристика
	v, км/г

Висновки: _____

_____

_____

_____

_____