

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТЯГОВЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ»

Протокол № ____ от _____ 201__ г.

Автор: _____

**ЗАДАНИЕ НА ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория электрической тяги

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *5*

Специальность/Направление: *23.05.03 Подвижной состав железных
дорог (ПСс)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *(ПЭ) Электрический
транспорт железных дорог*

Москва

Лабораторная работа № 1
РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЯГУ ПОЕЗДА

I. Цель работы

1. Ознакомиться с характером движения поезда при различных режимах: тяге, выбеге и торможении.
2. Проанализировать режимы по ленте скоростемера и ленте регистрации потребляемого тока.
3. По ленте кривой потребляемого тока в функции времени определить расход электрической энергии на движение поезда.

II. Теоретические основы

Из уравнения движения поезда следует, что ускорение $\frac{dV}{dt}$, км/ч², характеризующее изменение скорости движения во времени, зависит от величины действующих удельных ускоряющих сил и коэффициента инерции вращающихся частей.

$$\frac{dV}{dt} = \zeta f_y,$$

где $\zeta = \frac{127}{I + \gamma}$ - коэффициент, зависящие от коэффициента инерции вращающихся частей $I + \gamma$, равный ускорению в км/ч², при действии удельной силы в $I \frac{H}{кН}$. При среднем значении $I + \gamma = 1,06$. Коэффициент

$$\zeta = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}^2} / \frac{H}{кН};$$

f_y – удельная ускоряющая сила, действующая на поезд, Н/кН.

В общем случае эта сила равна, Н/кН

$$f_y = f_k - w_o - b_T + i,$$

где f_k – удельная сила тяги;

w_o - удельная сила основного сопротивления движению;

b_T – удельная тормозная сила;

i – приведенный уклон пути на элементе, ‰.

В режиме тяги $f_y = f_k - w_0 \mp i$.

В режиме выбега $f_y = -w_{ox} \mp i$, где w_{ox} – удельное основное сопротивление движению поезда при движении локомотива без тока. В режиме механического торможения $f_y = -w_{ox} - b_T \mp i$.

Поскольку значения f_k , w_0 или w_{ox} , b_T , i при движении поезда не остаются постоянными, скорость движения изменяется, возрастая при $f_y > 0$ и снижаясь при $f_y < 0$.

Скорость постоянна только при $f_y = 0$.

Изменение скорости $V(S)$ наглядно видно при анализе скоростемерной ленты.

Для определения расхода энергии на тягу поезда обычно пользуются графо-аналитическим методом.

Расход электрической энергии A , кВт.ч, рассчитывают по формуле

$$A = \frac{U_{сети} \sum I_{э.ср} \Delta t}{60 \cdot 1000}$$

где $U_{сети}$ – напряжение сети, В;

Δt – время, мин;

$I_{э.ср}$ – среднее значение тока электроподвижного состава, А, проходящего в течение времени Δt . Этот ток берут из записи с ленты регистрирующего амперметра.

Контрольные вопросы

1. Как изменяется скорость движения поезда в режиме тяги с изменением сил сопротивления?
2. Какие факторы больше всего влияют на расход электроэнергии электровозом при работе его с поездом?

III. Описание установки

Лабораторная установка имитирует 4-осный электровоз. Четыре электрических двигателя постоянного тока (рис.1) работают в качестве тяговых двигателей электровоза (Д). Эти машины укреплены на станине 3 шарнирно и через колеса 2, насаженные на валы машин, опираются на диски 4 массивного маховика, имитирующего массу поезда. Для увеличения сопротивления движению используется механическое торможение маховика. При работе установки колеса 2 катятся по дискам 4, как колесо по рельсу.

Механический тормоз состоит из тормозных колодок 5 и рычага 7 с грузом 6. Изменением нажатия на рычаг 7 изменяют нажатие колодок на диски.

Схема электровоза изображена на стенде установки (рис.2). Около каждого контактора встроена сигнальная лампа, загорающаяся при включении данного контактора.

Как видно из схемы, электровоз имеет два соединения тяговых двигателей: последовательное 4-х двигателей (С) и включение их в две параллельные цепи по 2 последовательно (назовем это соединение параллельным – П, как принято на электровозах постоянного тока) и реостатный пуск.

Регулирование скорости осуществляется за счет закорачивания секций пускового реостата $R_{п}$, переключения тяговых двигателей (с С на П и наоборот) и изменением возбуждения. Напряжение сети измеряют вольтметром V , ток тяговых двигателей – амперметрами A_1 и A_2 .

Контроллер управления, размещенный в нижней части стенда справа, имеет 9 позиций, из них 5-я ходовая при последовательном соединении тяговых двигателей и 9-я – при параллельном, остальные реостатные. Управляют контроллером с помощью рукоятки, около которой нанесены позиции с 1 по 9 и три переходные позиции, при переключении схемы с С на П. Включение контакторов ослабления возбуждения осуществляется тумблером «Возбуждение ПВ-ОВ». Таблица замыкания контакторов приведена ниже.

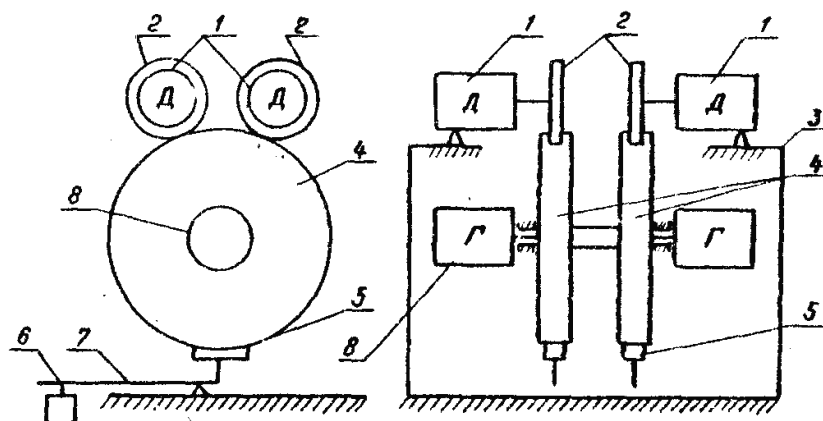


Рис. 1

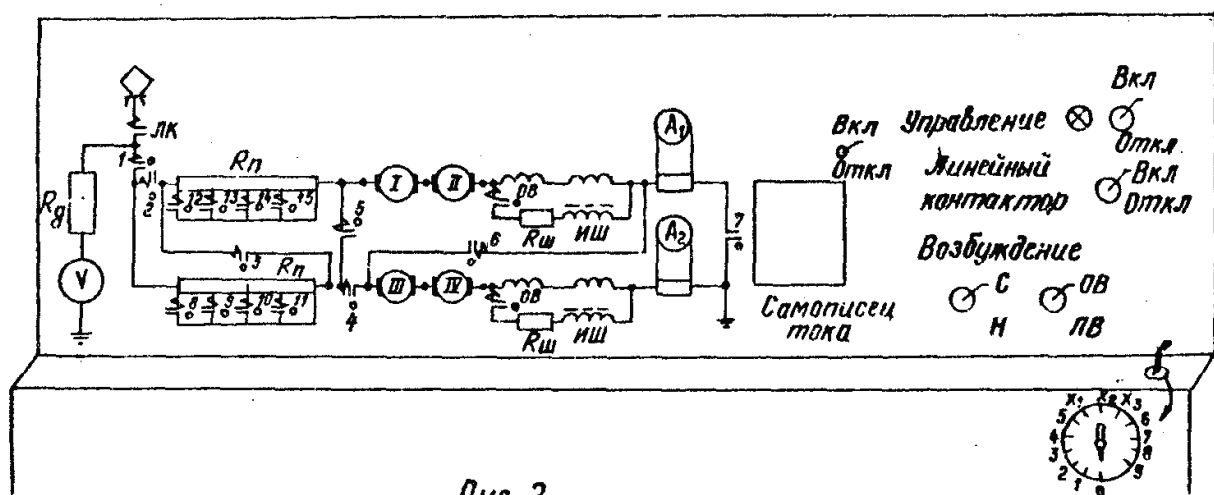


Рис. 2

Схему включают тумблером «Управление», подающим питание в цепи управления, а затем включают тумблер «Линейный контактор», далее управление ведут с помощью рукоятки контроллера. Длительно задерживать эту рукоятку на реостатных позициях 1-4 и 6-8, а также на переходных позициях X_1 , X_2 и X_3 нельзя, так как это может вызвать перегрев реостата.

Таблица замыкания контакторов

Позиция	Контакторы																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	ОВ	ОВ
1	1	-	3	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	-	3	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
3	1	-	3	-	-	6	-	-	-	-	11	12	-	-	15	-	-
4	1	-	3	-	-	6	-	-	9	-	11	12	-	-	-	-	-
5	1	-	3	-	-	6	-	8	9	-	-	12	-	-	-	-	-
ОВ	1	-	3	-	-	6	-	8	9	-	-	12	-	-	-	ОВ	ОВ
X_1	1	-	3	-	5	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_2	1	-	3	-	5	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X_3	1	-	-	-	5	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1	2	-	4	5	-	7	-	-	-	11	-	-	-	15	-	-
7	1	2	-	4	5	-	7	-	-	10	11	-	-	14	15	-	-
8	1	2	-	4	5	-	7	-	9	10	-	-	13	14	-	-	-
9	1	2	-	4	5	-	7	8	9	-	-	12	13	14	-	-	-
ОВ	1	2	-	4	5	-	7	8	9	-	-	12	13	14	-	ОВ	ОВ

IV. Порядок выполнения работы

1. Записать на ленте скоростемера кривую $V(S)$ и на ленте регистрирующего амперметра $I_s(t)$.

1.1. Детально ознакомиться с устройством лабораторной установки, схемой включения тяговых машин и работой схемы при перестановке рукоятки внутрь.

1.2. При наименьшем нажатии колодочного тормоза установки (см.рис.1) запустить установку с замедленным переводом рукоятки контроллера до 5 позиции, соответствующей последовательному соединению тяговых двигателей при выключенном реостате.

1.3. Изменяя величину сил сопротивления вращению установки за счет изменения нажатия механического тормоза, добиться работы установки при

токах до 25 А на тяговый двигатель в начале при полном, а затем при ослабленном возбуждении на последовательном соединении двигателей; записать U сети.

Перевести рукоятку контроллера с 5 на 6 и замедленно до 9 позиции, соответствующей параллельному соединению двигателей с выведенным реостатом при полном возбуждении, и поработать на 9 позиции, изменяя ток от 12 до 25 А. Затем проехать при ослабленном возбуждении двигателей при тех же токах.

Перед выключением установки снять колодочное торможение, затем выключить ток и дать выбег, а затем нажать на колодочный тормоз и остановить вращение.

1.4. Снять ленту с регистрирующего амперметра и, пользуясь масштабной линейкой (она есть у преподавателя или лаборанта), расшифровать значения токов в отдельных характерных точках и показать точки перехода с одного режима на другой.

1.5. Снять со скоростемера ленту, проанализировать по ней изменения скорости, установить причины этих изменений и, используя кривую $I_0(t)$, показать на кривой $V(S)$ точки перехода с одного режима на другой.

2. Определить расход электрической энергии.

2.1. По ленте, снятой с регистрирующего амперметра, определить средние значения токов $I_{0,ср}$ и время Δt , в течение которых модель электровоза работала с этими токами (масштаб движения ленты регистрирующего амперметра: 0,7 с в 1 мм ленты). Результаты занести в табл.2.

2.2. Рассчитать расход энергии на движение поезда по формуле () и результаты занести в табл.2.

Таблица 2

№ п/п	$I_{э.ср}, A$	$\Delta t, c$	$I_{э.ср} \Delta t, A \cdot c$	$A, Вт.ч$

$\Sigma A =$ $Вт.ч$

Чтобы получить расход энергии A в $Вт.ч$ (а не $кВт.ч$) при измерении времени в c , тока в A и напряжения в B , формула () преобразуется в ()

$$A = \frac{U_{сети} \sum I_{э.ср} \Delta t}{3600}$$

Нужно иметь в виду, что установка имеет машины малой мощности, а силы сопротивления вращению меньше сил сопротивления движению поезда. Поэтому расход энергии в лабораторной установке получается значительно меньшим по сравнению с расходом энергии на движение действительного поезда.

2.3. Проанализировать полученные результаты и составить выводы по проделанной работе.

V. Оформление работы

По результатам лабораторной работы студент составляет отчет, в котором приводит порядок выполнения работы, расчетные формулы, заполненную табл.2 и выводы по работе; к нему прикладывает расшифрованные ленты, снятые с регистрирующих скоростемера и амперметра.