

Решение

1. Номер установки $N = 26$.

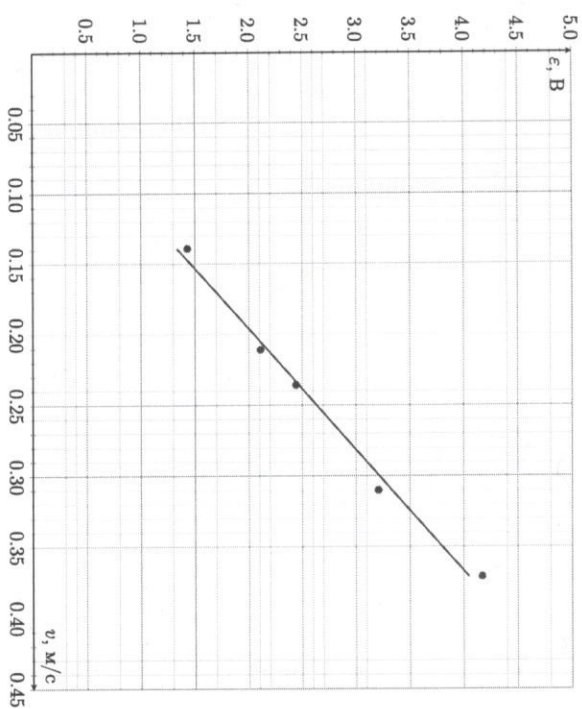
2. Измерим общую длину нити, намотанной на вал $l = 78.8 \pm 0.1$ мм. Снимем зависимость ЭДС индукции от времени разматывания нити. Пересчитаем колонку времени разматывания в среднюю скорость движения грузиков.

t_i , с	v_i , (м/с)	ε_i , В
5.68	0.14	1.43
2.54	0.31	3.21
3.34	0.24	2.44
2.12	0.37	4.17
3.73	0.21	2.11

Построим график измеренной зависимости и найдем ее угловой коэффициент:

$$A = 11.73 \pm 0.15 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

(1)

График зависимости ε от v 

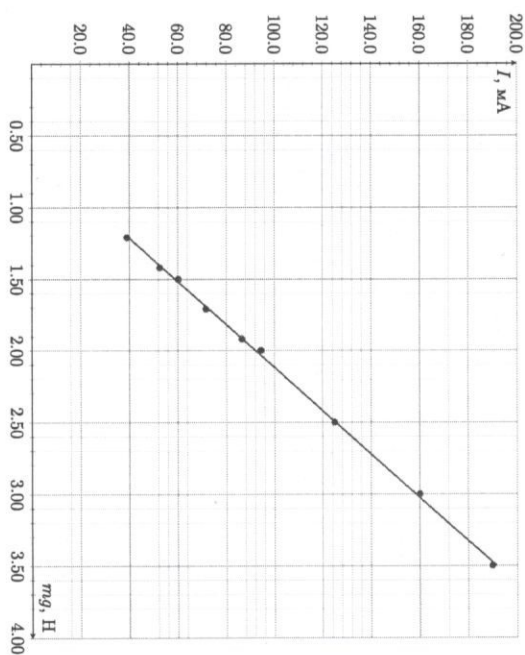
3

3. Подключим к моторчику амперметр и снимем зависимость силы тока, текущего через амперметр, от силы тяжести, действующей на грузики, подвешенные на нити.

m_g , Н	I , мА	$M_{\text{тр}}$, Н·см
1.21	39.0	1.857
1.42	52.6	1.979
1.50	60.2	1.968
1.71	71.6	2.147
1.92	86.5	2.221
2.00	94.4	2.202
2.50	124.9	2.545
3.00	160.1	2.745
3.50	189.9	3.111

Построим график исследованной зависимости. Как видно, полученный график можно описать линейной функцией, не проходящей через начало координат. Угловой коэффициент графика составляет:

$$B = 65.9 \pm 0.2 \text{ мА/Н} \quad (2)$$

График зависимости I от m_g 

4

4. Так как ток, измеряемый амперметром, практически не меняется во время движения, то движение в пункте 2 происходит с примерно постоянной скоростью.

5. Приравняв в отсутствие трения электрическую и механическую мощности, получаем, что теоретически произведение коэффициентов A и B должно равняться 1.

6. Расхождение полученных данных с теоретическим предположением связано с наличием трения в оси двигателя и редукторе. Чтобы рассчитать эффективный момент сил трения, из условия постоянства скорости запишем теоретическую связь моментов сил тяжести $M_{\text{тяж}}$ (силы натяжения нити), силы Ампера M_A внутри двигателя и сил трения $M_{\text{тр}}$:

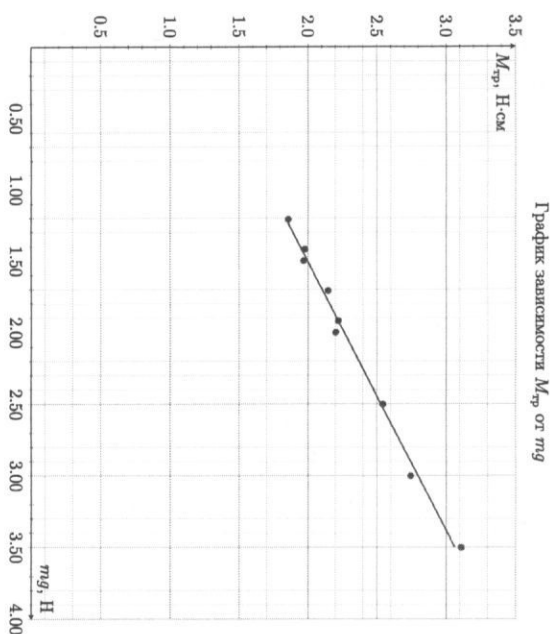
$$M_{\text{тяж}} = M_A + M_{\text{тр}}. \quad (3)$$

Таким образом, эффективный момент сил трения можно рассчитать, как:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{тяж}} - M_A = (mg - AI)D/2, \quad (4)$$

где $D = 5.10 \pm 0.05$ см - диаметр колеса.

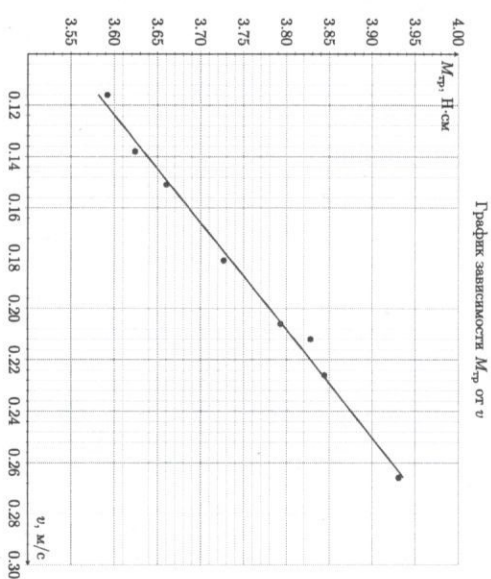
Построим график зависимости момента сил трения от силы тяжести, действующей на грузы. Как видно, график не проходит через точку пересечения осей и является линейной функцией. То есть момент сил трения линейно возрастает с нагрузкой на ось двигателя и имеет постоянную составляющую.



7. Подключим к моторчику реостат и при разных его сопротивлениях будем запускать движение трех грузиков, подвешенных на нитке к валу моторчика. Измерим набор величин: сопротивление реостата (не забудем вычесть сопротивление проводов мультиметра из показаний оммметра), время движения трех грузов и напряжение на реостате. По полученным данным рассчитаем скорость движения грузов и силу тока, текущего через реостат.

$U, \text{В}$	$t, \text{с}$	$R, \text{Ом}$	$v, \text{м/с}$	$I, \text{мА}$	$M_{\text{тр}}, \text{Н·см}$
2.23	2.96	50.3	0.266	45.76	3.93
0.62	6.79	12.3	0.116	57.41	3.59
0.78	5.71	15.4	0.138	56.33	3.62
0.95	5.23	18.8	0.151	55.09	3.66
1.10	4.35	20.8	0.181	52.67	3.73
1.27	3.83	26.7	0.206	50.52	3.79
1.43	3.72	30.5	0.212	49.31	3.83
1.67	3.48	35.7	0.226	48.74	3.84

8. Рассчитаем эффективный момент сил трения, действующих на вал двигателя. Построим график полученной зависимости. В связи с тем, что точность измерений, проводимых в предыдущем пункте, невысока, полученные данные могут отличаться. Точки, полученные в серии экспериментов, можно аппроксимировать линейной монотонно возрастающей функцией функцией, что свидетельствует об увеличении эффективного момента сил трения с увеличением скорости движения грузов.



9. На основе полученных данных можно построить эмпирическую модель зависимости момента силы трения от параметров установки:

$$M_{\text{тр}} = M_0 + \mu T + \nu(T)v, \quad (5)$$

где M_0 - константа, описывающая момент сил трения в отсутствие нагрузки на ось двигателя и при очень малых скоростях движения, T - сила натяжения нити, намотанной на вал, на ее снижающем участке, μ - коэффициент пропорциональности между моментом сил трения при малых скоростях и силой натяжения нити, $\nu(T)$ - коэффициент пропорциональности между моментом сил трения и скоростью, скорее всего зависящий от нагрузки на вал двигателя (силы натяжения нити).