

Условие

1. Для определения внутреннего сопротивления и ЭДС источника исследуют зависимость напряжения на внешней нагрузке от силы тока в ней. Проведите измерения указанной зависимости для батарейки. Постройте график полученной зависимости. Дайте теоретическое обоснование полученной зависимости.
2. Определите внутреннее сопротивление и ЭДС батарейки.
3. Постройте график зависимости мощности, выделяющейся на внешней цепи, от ее сопротивления. Определите максимальное значение этой мощности. Укажите, при каком сопротивлении внешней цепи эта мощность максимальна.

Решение

Задание 11-1. «Изучение батарейки»

Из закона Ома для полной цепи следует, что напряжение на внешней нагрузке U и сила тока в цепи I связаны соотношением

$$U = \varepsilon - IR. \quad (1)$$

Для экспериментального исследования этой зависимости применима следующая традиционная схема, показанная на рисунке. Ключ обязательно необходим, чтобы отключать батарейку от цепи.

Результаты измерения зависимости тока от напряжения, а также расчетов сопротивления по формуле

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

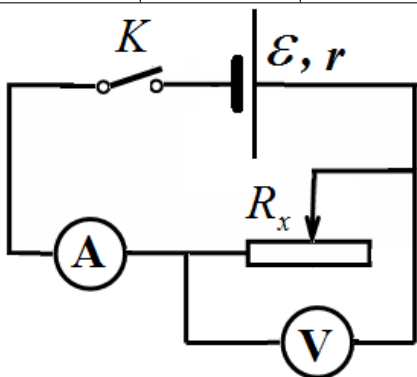
и мощности во внешней цепи по формуле

$$P = UI \quad (3)$$

приведены в Таблице 1.

Таблица 1. Зависимость напряжения на внешней цепи от силы тока в ней.

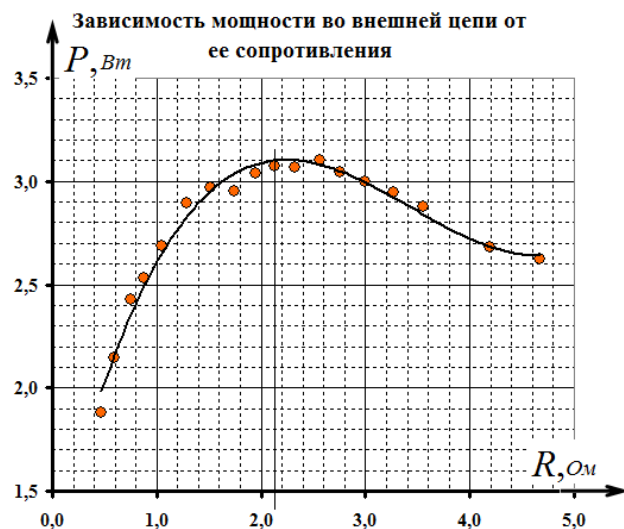
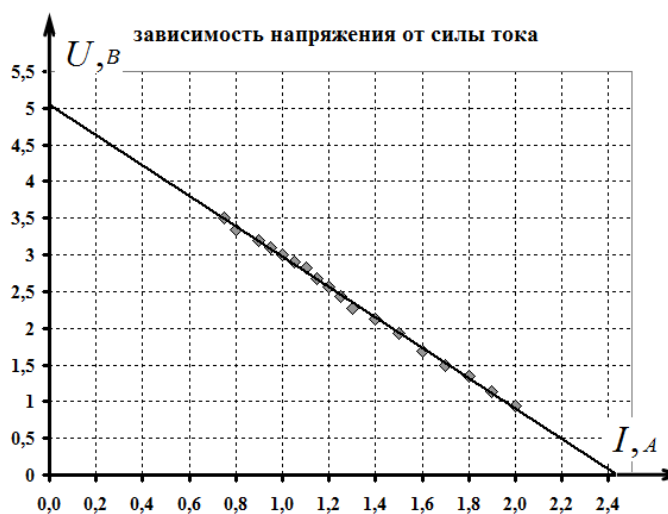
I, А	U, В	R, Ом	P, Вт
0,75	3,50	4,67	2,63
0,80	3,35	4,19	2,68
0,90	3,20	3,56	2,88
0,95	3,10	3,26	2,95
1,00	3,00	3,00	3,00
1,05	2,90	2,76	3,05
1,10	2,82	2,56	3,10
1,15	2,67	2,32	3,07
1,20	2,56	2,13	3,07
1,25	2,43	1,94	3,04
1,30	2,27	1,75	2,95
1,40	2,12	1,51	2,97
1,50	1,93	1,29	2,90
1,60	1,68	1,05	2,69
1,70	1,49	0,88	2,53
1,80	1,35	0,75	2,43
1,90	1,13	0,59	2,15
2,00	0,94	0,47	1,88



Полученные зависимости приведены и на графиках. Зависимость напряжения от силы тока линейна, что подтверждает формулу (1), а также независимость ЭДС и внутреннего сопротивления от силы тока. Из формулы (1), следует, что численные значения ЭДС и внутреннего сопротивления могут быть легко найдены как коэффициенты линейной зависимости (1). Расчет по методу наименьших квадратов приводит к следующим значениям этих характеристик батарейки:

$$\varepsilon = (5,05 \pm 0,06) \text{ В}; \quad r = (2,07 \pm 0,05) \text{ Ом} \quad (4)$$

Зависимость мощности во внешней цепи, от ее сопротивления не является монотонной, она имеет максимум при $R \approx 2,1 \text{ Ом}$, что совпадает с внутренним сопротивлением батарейки. Этот факт подтверждает закон Ома для внешней цепи, постоянство ЭДС и внутреннего сопротивления батарейки, а также математические правила нахождения экстремумов функций.



Разрядку батарейки следует проводить через амперметр, при этом фиксировать время разрядки Δt , также пределы, в которых изменяется ток (начальный ток $I_{\text{рн}}$, конечный ток разрядки $I_{\text{рк}}$). Эти значения нужны, чтобы вычислить заряд, который протек через батарейку за данный промежуток времени

$$\Delta q = \frac{I_{\text{рн}} + I_{\text{рк}}}{2} \Delta t. \quad (5)$$

Затем следует быстро измерить значения напряжения U_1, U_2 и силы тока I_1, I_2 при двух положениях движка реостата. Причем необходимо стремиться к тому, чтобы значения сил токов различались как можно больше (но были измеряемы). По этим значениям можно вычислить внутреннее сопротивление и ЭДС батарейки по формулам

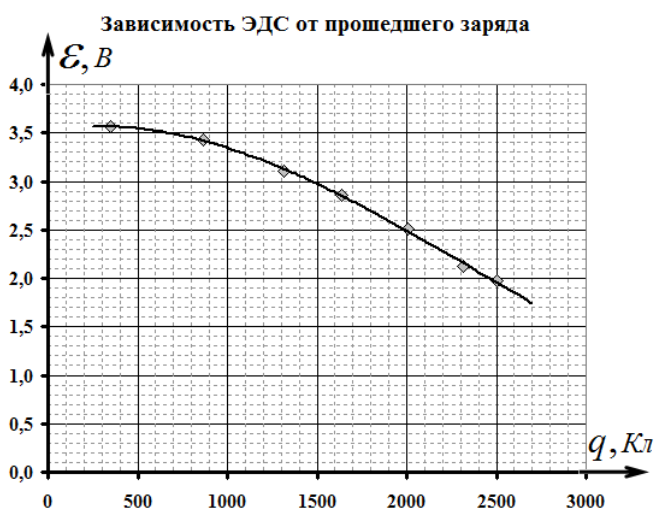
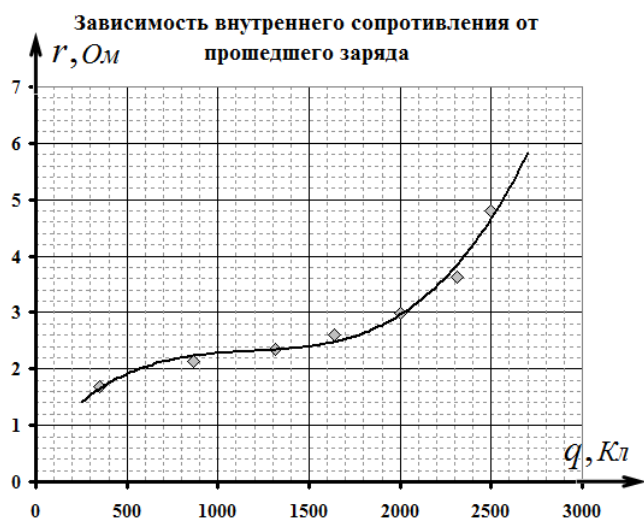
$$r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2}, \quad \varepsilon = U_1 + I_1 r. \quad (6)$$

Результаты таких измерений и расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты измерений и расчетов зависимости внутреннего сопротивления и ЭДС батарейки от протекшего электрического заряда.

$\Delta t, c$	$I_{\text{рн}}, A$	$I_{\text{рк}}, A$	$\Delta q, \text{Кл}$	$q, \text{Кл}$	I_1, A	U_1, B	I_2, A	U_2, B	$r, \text{Ом}$	ε, B
270	1,5	1,1	351	351	0,5	2,72	1,5	1,04	1,68	3,56
390	1,5	1,15	517	868	0,5	2,36	1,4	0,43	2,14	3,43
380	1,3	1,05	447	1314	0,4	2,16	1,1	0,51	2,36	3,10
340	1,1	0,8	323	1637	0,35	1,95	0,8	0,78	2,60	2,86
420	1,0	0,75	368	2005	0,3	1,62	0,8	0,13	2,98	2,51
460	0,8	0,55	311	2315	0,25	1,22	0,55	0,13	3,63	2,13
390	0,55	0,4	185	2501	0,2	1,01	0,4	0,048	4,81	1,97

Графики этих зависимостей показывают, что в процессе разрядки внутреннее сопротивление монотонно растет, а ЭДС монотонно падает, и то и другое ухудшает качество источника.



Теперь вы должны усвоить методику проверки рекламной компании про «Энерджазер» и прочие «вечные» батарейки!