

10 класс

Задача 1. Поиск замыкания в трёхпроводной линии

Часть I

Собираем схему, как показано на рисунке 3. Перемещая вдоль провода подвижный контакт, добиваемся балансировки моста. При этом мы можем записать:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{MO}{ON}$$

Соответствующие плечи MO и ON реохорда измеряем с помощью линейки.

Часть II

1. В режиме омметра найдём среди клемм одного из узлов (например, T_1) такие две, сопротивление между которыми не равно бесконечности (это будут клеммы B_1 и C_1). Между соответствующими проводами произошёл пробой. Оставшийся конец провода принадлежит линии A . Проведём аналогичную операцию на другом конце линии. Таким образом, определим концы провода A . Поскольку провода B и C эквивалентны, то мы можем смело обозначить на конце T_1 провода B_1 и C_1 , и останется выяснить, какой из двух оставшихся проводов на конце T_2 принадлежит, скажем, линии B . Для этого соединим концы A_1 и B_1 и измерим на другом конце линии сопротивление между концом A_2 и двумя другими концами. Тогда конец, соответствующий меньшему сопротивлению, и будет B_2 . Оставшийся конец провода — C_2 .

2. Соединим концы A_2 и B_2 на одном конце линии и измерим омметром сопротивление R_{AB} между A_1 и B_1 . Тогда для этого сопротивления можно записать:

$$R_{AB} = \rho \frac{2L}{S} = \rho \frac{2L}{\pi d^2/4}, \quad \text{откуда} \quad d = \sqrt{\frac{8\rho L}{\pi R_{AB}}}$$

3. Сопротивление r пробоя можно найти прямым измерением сопротивления между клеммами B_1 и C_1 , потому что $r \gg R_{AB}$, в чём можно убедиться, измерив его для обоих концов линии.

4. Для определения положения точки пробоя собираем электрическую схему (рис. 15). Пусть R — полное сопротивление линии, R_1 — сопротивление части провода от узла T_1 до разрыва, R_2 — сопротивление оставшейся части провода. Балансируем получившуюся мостовую схему реохордом, сделанным из выданной нихромовой проволоки. Тогда:

$$\frac{R + R_2}{R_2} = \frac{R + R_1}{R - R_1} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

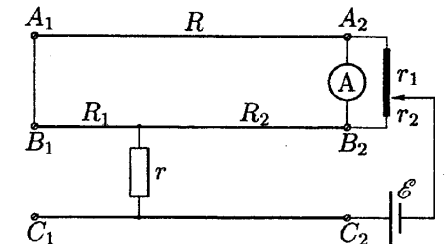


Рис. 15

где l_1, l_2 — длины плеч реохорда, измеряемые линейкой. Таким образом определим:

$$R_1 = R \frac{l_1 - l_2}{l_1 + l_2}, \quad \text{откуда} \quad L_1 = L \frac{l_1 - l_2}{l_1 + l_2}.$$

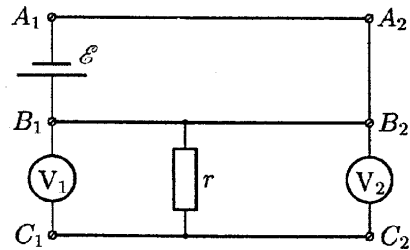


Рис. 16

5. Для определения места пробоя без использования мостовой схемы можно предложить следующий метод. Соберём схему согласно рисунку 16, на который через V_1 и V_2 обозначен один и тот же мультиметр, поочерёдно подключенный в режиме вольтметра к разным точкам (то есть при проведении измерений его нужно подключить вначале к клеммам B_1 и C_1 , а затем к клеммам B_2 и C_2). Считая, что сопротивление вольтметра много больше сопротивления линии, отношение показаний вольтметров V_1 и V_2 равно отношению длин линии до и после пробоя, откуда:

$$L_1 = L \frac{U_1}{U_1 + U_2},$$

где U_1 — показания вольтметра V_1 , U_2 — показания вольтметра V_2 .

Критерии оценивания

Определено отношение R_1/R_2	3
Определено соответствие клемм разных концов	3
Найден диаметр проволоки	3
Определено сопротивление пробоя	2
Приведена схема измерения положения пробоя с мостовой схемой	1
Приведена схема измерения положения пробоя без мостовой схемы	1
Найдено L_1	2

Задача 2. Поверхностное натяжение

На измерительную пластину, помещённую в жидкость, в момент отрыва от поверхности жидкости действует сила $F_\sigma = 2\sigma L$. В этой формуле коэффициент 2 появляется из-за того, что у плёнки две поверхности.

Сделаем из листа плотного картона пружинные весы. Из офисной бумаги сделаем прямоугольные разновесы, массу которых вычислим, определив площадь разновеса и умножив на известную поверхностную плотность. Проведём калибровку весов, отмечая какое отклонение соответствует массе нагрузки. Из оставшейся бумаги сделаем измерительную пластину с «ножкой». На противоположном конце пластины сделаем сгиб (крючок) и взвесим пластину на весах.

Будем поднимать ванночку с жидкостью до тех пор, пока не произойдёт соприкосновение жидкости и пластины. После этого будем медленно опускать

ванночку и заметим показания весов M в момент отрыва пластины от поверхности жидкости. После этого определим массу пластины m_0 (определять массу стоит после касания пластины жидкости, так как бумага смачивается жидкостью и её масса увеличивается). Вычислим коэффициент поверхностного натяжения по формуле:

$$\sigma = \frac{(M - m_0)g}{2L}.$$

Повторим эксперимент несколько раз, изменяя m_0 и L . Построим график зависимости $(M - m_0)$ от L . Экспериментальные точки лягут на прямую с наклоном $2\sigma/g$. Определим среднее значение σ и вычислим погрешность.

При надлежащей аккуратности значение коэффициента поверхностного натяжения находится с относительной погрешностью около 10 %.

Критерии оценивания

Произведена градуировка весов	4
Приведено выражение для F_σ	2
Проведены измерения при различных значениях m, L	3
Построен график зависимости $(M - m_0)$ от L	2
Получен верный результат для σ	3
Определена погрешность определения σ	1