

Ефимов Василий Васильевич

Заслуженный учитель Российской Федерации, Почётный работник общего образования Российской Федерации, учитель физики Муниципального автономного образовательного учреждения Средняя общеобразовательная школа №3 г. Березники Пермского края.



Три задачи о трансформаторе

В статье подробно разобраны решения трёх интересных задач по теме «Трансформатор». Материал может быть полезным для учащихся 11-х классов, школьных учителей физики и преподавателей физики и электротехники техникумов и вузов.

Задача 1. Десять напряжений от трансформатора с двумя обмотками. Какие напряжения можно получить от источника переменного тока 12 В, используя трансформатор с двумя обмотками, если число витков в одной из них в 3 раза больше, чем в другой?

Решение. Пусть наш трансформатор имеет две обмотки А и В, причём в обмотке В витков в три раза больше, чем в обмотке А. Если подать напряжение 12 В на обмотку А (рис. 1, 2), то на обмотке В получим 36 В.

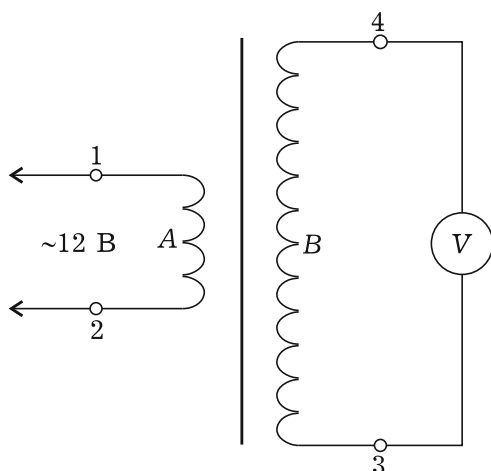


Рис. 1. Первичной является обмотка А

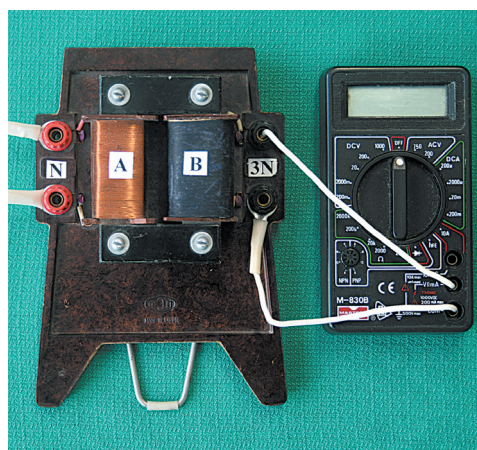


Рис. 2

Если же первичной сделать обмотку **В** (рис. 3, 4), то на концах об-

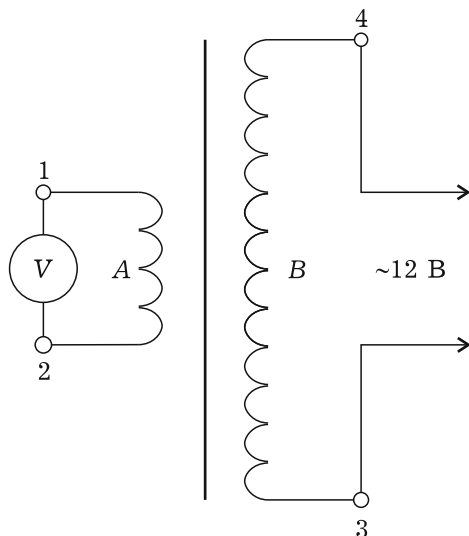


Рис. 3 Первичной является обмотка **В**

Соединим обмотки **А** и **В** последовательно, конец обмотки **А** при этом соединим с началом обмотки **В**

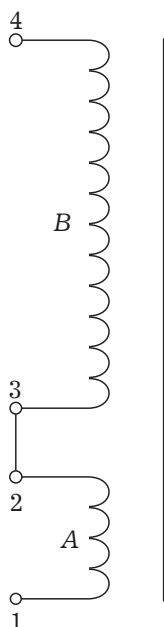


Рис. 5. Конец обмотки **А** соединён с началом обмотки **В**

мотки **А** будет 4 В.

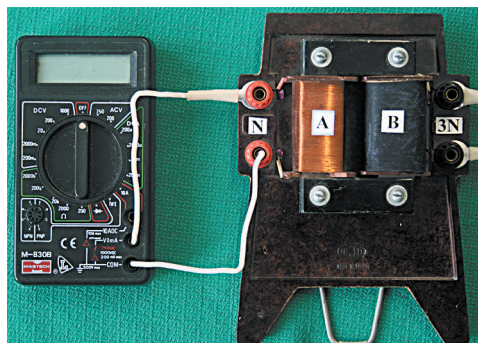


Рис. 4

(рис. 5, 6). В этом случае колебания напряжений на них будут в одинаковых фазах.

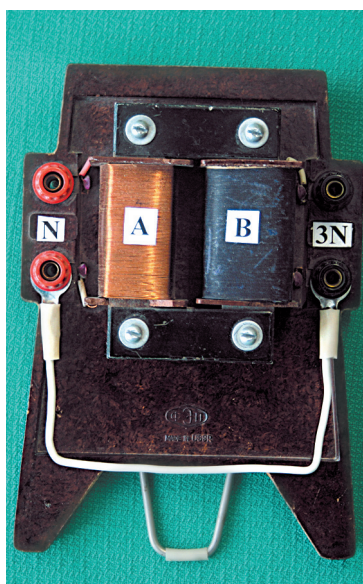


Рис. 6

При таком соединении от трансформатора можно получить ещё 4

различных напряжения. Их значения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Номера клемм первичной обмотки	1–2, 3	2, 3–4	1–4	1–4
Номера клемм вторичной обмотки	1–4	1–4	1–2, 3	2, 3–4
Напряжение на вторичной обмотке	48 В	16 В	3 В	9 В

Для получения ещё 4-х напряжений соединим начала обмоток **A** и **B**

(рис. 7, 8).

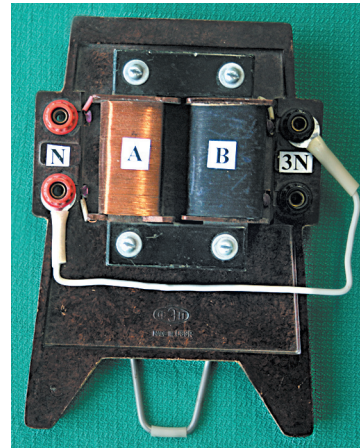
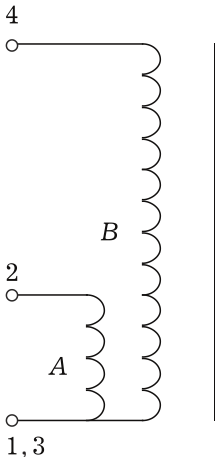


Рис. 7. Соединены начала обмоток **A** и **B**

Рис. 8

Тогда колебания напряжений на них будут в противофазе, а величина напряжений между их концами равна разности напряжений каждой

из этих обмоток. Новые значения 4-х возможных напряжений приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номера клемм первичной обмотки	1, 3–2	1, 3–4	2–4	2–4
Номера клемм вторичной обмотки	2–4	2–4	1, 3–2	1, 3–4
Напряжение на вторичной обмотке	24 В	8 В	6 В	18 В

Таким образом, имея трансформатор с двумя обмотками, число витков которых отличается в 3 раза, от источника переменного напряжения 12 В можно получить десять различных напряжений: 3, 4, 6, 8, 9, 16, 18, 24, 36, 48 вольт.

Задача 2. Два одинаковых трансформатора. Автор задачи – лауреат Нобелевской премии П.Л. Капица.

Есть два одинаковых идеальных трансформатора, вторичные обмотки которых имеют в 3 раза больше витков, чем первичные. Первичная обмотка первого трансформатора последовательно соединена со вторичной обмоткой второго, а их свободные концы подключены к источнику переменного тока с напряжением 100 В. Вторичная обмотка первого трансформатора также соеди-

нена последовательно с первичной обмоткой второго, а к их свободным концам подключён вольтметр. Какое напряжение покажет вольтметр?

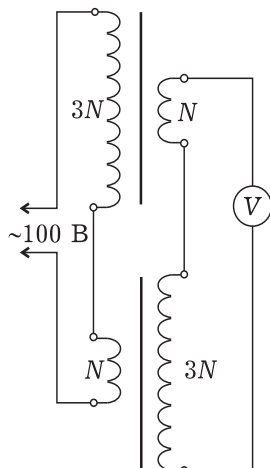


Рис. 9. Соединение двух одинаковых трансформаторов

Рассмотрим обмотки трансформаторов, подключённых к источнику переменного тока. Пусть число витков в обмотках трансформатора N и $3N$. Так как индуктивности обмоток прямо пропорциональны квадрату числа витков, то они будут равны L и $9L$, а их индуктивные сопротивления X_L и $9X_L$ ($X_L = 2\pi\nu L$). Так как трансформатор идеальный, то активным сопротивлением его обмотки не обладают. Поэтому общее сопротивление двух последовательно соединённых обмоток будет равно сумме их индуктивных сопротивлений, то есть $10X_L$, а напряжения на них колеблются в одинаковых фазах. По закону Ома

$$I = \frac{100}{10X_L} = \frac{10}{X_L} \text{ A.}$$

Тогда входное напряжение на первом трансформаторе:

$$U_{\text{вх1}} = I \cdot X_L = 10 \text{ В,}$$

а на втором:

$$U_{\text{вх2}} = I \cdot 9X_L = 90 \text{ В.}$$

Решение. На рис. 9 показана схема полученной электрической цепи, а на рис. 10 – её фотография.

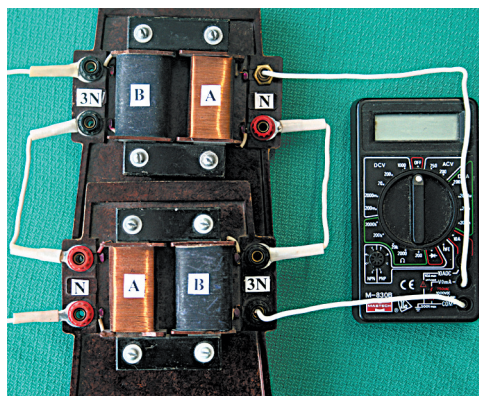


Рис. 10

Первый трансформатор повышает напряжение в 3 раза:

$$U_{\text{вых1}} = 3U_{\text{вх1}} = 30 \text{ В.}$$

Второй трансформатор понижает напряжение в 3 раза:

$$U_{\text{вых2}} = U_{\text{вх2}} / 3 = 30 \text{ В.}$$

Если выходные напряжения колеблются в одинаковых фазах, то общее напряжение равно их сумме и вольтметр покажет 60 В. Если же эти напряжения колеблются в противофазе, то общее напряжение равно их разности, тогда вольтметр покажет 0.

Задача 3. Трансформатор в колебательном контуре. В качестве катушки колебательного контура используют одну из обмоток трансформатора. Во сколько раз изменится собственная частота, если обмотку на 36 В заменить обмоткой на 12 В?

Решение. Напряжения на обмотках прямо пропорциональны числу витков в них, поэтому во второй обмотке витков в 3 раза меньше, чем в первой, а её индуктивность меньше в 9 раз, так как индуктивность пря-

мо пропорциональна квадрату числа витков:

$$N_2 = N_1 / 3, \quad L_2 = L_1 / 9.$$

Собственная частота свободных колебаний колебательного контура обратно пропорциональна корню квадратному из индуктивности катушки:

$$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Поэтому при уменьшении индуктивности катушки в 9 раз собственная частота контура увеличится в 3 раза:

$$\nu_2 = 3\nu_1.$$



Литература

1. Слободецкий И.Ш., Асламазов Л.Г. Задачи по физике. Библиотечка Квант. Выпуск 5. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. С. 30.

Новости Новости Новости Новости Новости

Первый экваториальный старт «Союза»

Осенью 2011 г. (21 октября) состоялся пуск российской модернизированной ракеты-носителя «Союз-СТ» с космодрома Куру, расположенного на атлантическом побережье Французской Гвианы. Ракета успешно вывела в космос два аппарата европейской навигационной системы «Галилео». Это стало знаменательным событием: был положен старт формированию системы европейских спутников для навигации (их должно быть 30) и начались запуски в экваториальной области Земли российских ракет «Союз» из Гвианского космического центра (ГКЦ), где для них специально был построен новый пусковой комплекс. Согласно межправительственному соглашению между Россией и Францией, в ГКЦ ежегодно планируется осуществлять 2 – 4 запуска ракет «Союз-СТ» (следующие 6 уже оплачены). Здесь, вблизи экватора, они смогут выводить на орбиту космические аппараты большей массы, чем с космодромов Байконур и Плесецк.

