**Практическая работа №1**

**Расчет электрических цепей постоянного тока**

*Цель работы:* научиться рассчитывать электрические цепи постоянного  тока с последовательным, параллельным и смешанным соединением резисторов.

Оборудование: лист формат А-4, чертежные принадлежности.

**Теоретические сведения**

Расчет простых цепей постоянного тока

Целью расчёта [электрической цепи постоянного тока](http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/513-jelektricheskie-cepi-postojannogo-toka.html) является определение некоторых параметров на основе исходных данных, из условия задачи. На практике используют несколько методов расчёта простых цепей. Один из них базируется на применении эквивалентных преобразований, позволяющих упростить цепь.

Под эквивалентными преобразованиями в электрической цепи подразумевается замена одних элементов другими таким образом, чтобы электромагнитные процессы в ней не изменились, а схема упрощалась. Одним из видов таких преобразований является замена нескольких потребителей, включённых последовательно или параллельно, одним эквивалентным.

Несколько последовательно соединённых потребителей можно заменить одним, причём его эквивалентное сопротивление равно сумме сопротивлений потребителей, [включённых последовательно](http://electricalschool.info/main/osnovy/443-posledovatelnoe-i-parallelnoe.html). Для n потребителей можно записать:

rэ = r1 +r2+…+rn ,

где r1 , r2, ..., rn – сопротивления каждого из n потребителей.

При параллельном соединении n потребителей эквивалентная проводимость gэ равна сумме проводимостей отдельных элементов, включённых параллельно:

gэ= g1 + g2 +…+ gn .

Учитывая, что проводимость является обратной величиной по отношению к сопротивлению, можно эквивалентное сопротивление определить из выражения:

1/rэ = 1/r1 + 1/r2 +…+ 1/rn,

где r1, r2, ..., rn – сопротивления каждого из n потребителей, включённых параллельно.

В частном случае, когда параллельно включены два потребителя r1 и r2, эквивалентное сопротивление цепи:

rэ = (r1 х r2)/(r1 + r2)

Преобразования в сложных цепях, где отсутствует в явном виде [последовательное и параллельное соединение](http://electricalschool.info/main/osnovy/443-posledovatelnoe-i-parallelnoe.html)элементов (рис. 1.1), начинают с замены элементов, включённых в исходной схеме треугольником, на эквивалентные элементы, соединённые звездой.



Рис. 1.1. Преобразование элементов цепи: а - соединённых треугольником, б - в эквивалентную звезду

На рис. 1.1, а треугольник элементов образуют потребители r1, r2, r3. На рис. 1.1, б этот треугольник заменён эквивалентными элементами ra, rb, rc, соединёнными звездой. Чтобы не происходило изменение потенциалов в точках a, b, с схемы, сопротивления эквивалентных потребителей определяются из выражений:



Упрощение исходной цепи можно также осуществить заменой элементов, соединённых звездой, схемой, в которой потребители [соединены треугольником](http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/536-soedinenie-zvezdojj-i-treugolnikom.html).

В схеме, изображённой на рис. 1.2, а, можно выделить звезду, образованную потребителями r1, r3, r4. Эти элементы включены между точками c, b, d. На рис. 1.2, б между этими точками находятся эквивалентные потребители rbc, rcd, rbd, соединённые треугольником. Сопротивления эквивалентных потребителей определяются из выражений:





Рис. 1.2. Преобразование элементов цепи: а - соединённых звездой, б - в эквивалентный треугольник

Дальнейшее упрощение схем, приведённых на рис. 1.1, б и 1.2, б, можно осуществлять путём замены участков с последовательным и параллельным соединением элементов их эквивалентными потребителями.

При практической реализации метода расчёта простой цепи с помощью преобразований выявляются в цепи участки с параллельным и последовательным соединением потребителей, а затем рассчитываются эквивалентные сопротивления этих участков.

Если в исходной цепи в явном виде нет таких участков, то, применяя описанные ранее переходы от треугольника элементов к звезде или от звезды к треугольнику, проявляют их.

Данные операции позволяют упростить цепь. Применив их несколько раз, приходят к виду с одним источником и одним эквивалентным потребителем энергии. Далее, применяя [законы Ома и Кирхгофа](http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/636-samye-glavnye-zakony-i-pravila.html), рассчитывают токи и напряжения на участках цепи.

Расчет сложных цепей постоянного тока

В ходе расчёта сложной цепи необходимо определить некоторые электрические параметры (в первую очередь токи и напряжения на элементах) на основе исходных величин, заданных в условии задачи. На практике используются несколько методов расчёта таких цепей.

Для определения токов ветвей можно использовать: метод, базирующийся на основании непосредственного применения [законов Кирхгофа](http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/545-zakony-kirkhgofa.html), метод контурных токов, метод узловых напряжений.

Для проверки правильности вычисления токов необходимо составить [баланс мощностей](http://electricalschool.info/spravochnik/electroteh/1122-balans-moshhnostejj-v-jelektricheskojj.html). Из [закона сохранения энергии](http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1260-zakon-sokhranenija-jenergii.html) следует, что алгебраическая сумма мощностей всех источников питания цепи равна арифметической сумме мощностей всех потребителей.

Мощность источника питания равна произведению его ЭДС на величину тока, протекающего через данный источник. Если направление ЭДС и тока в источнике совпадают, то мощность получается положительной. В противном случае она отрицательна.

Мощность потребителя всегда положительна и равна произведению квадрата тока в потребителе на величину его сопротивления.

Математически баланс мощностей можно записать в следующем виде:



где n – количество источников питания в цепи; m – количество потребителей.

Если баланс мощностей соблюдается, то расчет токов выполнен правильно.

В процессе составления баланса мощностей можно выяснить, в каком режиме работает источник питания. Если его мощность положительна, то он отдает энергию во внешнюю цепь (например, как аккумулятор в режиме разряда). При отрицательном значении мощности источника последний потребляет энергию из цепи (аккумулятор в режиме заряда).

**Задание:**

1. Изучить теоретические сведения (сделать краткий конспект).
2. Разобрать пример задачи.
3. Начертить схему (рис.1.3)
4. Уточнить номер своего варианта, переписать условие задачи (со своими данными), произвести расчет, опираясь на пример.
5. Сделать выводы.
6. Ответить на контрольные вопросы.



Рис.1.3

**Задача 1.** В цепи, схема которой приведена на рис. 1, ЭДС аккумуляторной батареи Е = 78 В, ее внутреннее сопротивление r0 = 0,5 Ом. Сопротивления резисторов R1 = 10 Ом, R2 = 5 Ом, R3 = 4 Ом. Вычислить токи во всех ветвях цепи и напряжения на зажимах батареи и на каждом их резисторов.

**Анализ и решение задачи 1**

1. Обозначение токов и напряжений на участках цепи.

Резистор R3 включен последовательно с источником, поэтому ток I для них будет общим, токи в резисторах R1 и R2 обозначим соответственно I1 и I2. Аналогично обозначим напряжения на участках цепи.

2. Определение эквивалентного сопротивления цепи:

Rэ = r0 + R3 + R1 R2 / (R1 + R2) = 0,5 + 4 + 5 \* 10 / (5 +10) = 7,8 Ом

3. Ток в цепи источника рассчитываем по закону Ома:

I = E / Rэ = 78 / 7,8 = 10 А.

4. Определение напряжений на участках цепи:

U12 = R12 I = 3,3 \* 10 = 33 В; U3 = R3 I = 4 \* 10 = 40 В;

U = E - r0 I = 78 - 0,5 \* 10 = 73 В.

5. Определение токов и мощностей всех участков:

I1 = U12 / R1 = 33 / 10 = 3,3 А; I2 = U12 / R2 = 33 / 5 = 6,6 А;

P1 = R1 I12 = U12 I1 = 108,9 Вт; P2 = R2 I22 = U12 I2 = 217,8 Вт;

P3 = R3 I2 = U3 I = 400 Вт.

Мощность потерь на внутреннем сопротивлении источника

DP = r0 I2 = 50 Вт.

Мощность источника P = E I = 780 Вт.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **Е, В** | **r0, Ом** | **R1,Ом** | **R2,Ом** | **R3,Ом** |
| 1 | 60 | 0,5 | 11 | 5 | 2 |
| 2 | 65 | 0,6 | 9 | 7 | 3 |
| 3 | 70 | 0,9 | 10 | 6 | 4 |
| 4 | 75 | 0,7 | 12 | 8 | 2 |
| 5 | 80 | 0,4 | 13 | 5 | 3 |
| 6 | 85 | 0,6 | 15 | 7 | 4 |
| 7 | 63 | 0,8 | 11 | 6 | 2 |
| 8 | 56 | 0,5 | 10 | 8 | 3 |
| 9 | 72 | 0,8 | 9 | 5 | 4 |
| 10 | 83 | 0,9 | 12 | 7 | 2 |
| 11 | 68 | 0,6 | 15 | 6 | 3 |
| 12 | 74 | 0,4 | 10 | 8 | 4 |
| 13 | 75 | 0,7 | 15 | 5 | 2 |
| 14 | 80 | 0,5 | 9 | 7 | 3 |
| 15 | 85 | 0,9 | 11 | 6 | 4 |
| 16 | 63 | 0,6 | 12 | 8 | 2 |
| 17 | 89 | 0,4 | 10 | 5 | 3 |
| 18 | 71 | 0,8 | 9 | 7 | 4 |
| 19 | 81 | 0,7 | 13 | 6 | 2 |
| 20 | 87 | 0,9 | 11 | 8 | 3 |
| 21 | 68 | 0,5 | 10 | 5 | 4 |
| 22 | 61 | 0,6 | 12 | 7 | 2 |
| 23 | 77 | 0,4 | 13 | 6 | 3 |
| 24 | 67 | 0,7 | 9 | 8 | 4 |
| 25 | 87 | 0,8 | 10 | 5 | 2 |
| 26 | 68 | 0,9 | 11 | 7 | 3 |
| 27 | 58 | 0,5 | 12 | 6 | 4 |
| 28 | 84 | 0,4 | 13 | 8 | 2 |
| 29 | 81 | 0,6 | 9 | 5 | 3 |
| 30 | 78 | 0,9 | 10 | 7 | 4 |

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите методы расчетов простых цепей?
2. Назовите методы расчетов сложных цепей?
3. Как образом можно проверить правильность вычисления токов?
4. Что такое эквивалентное преобразование в электрической цепи?