Расчёт однофазной цепи синусоидального тока

Для электрической схемы, представленной на рис. 2.6, *а*\*, необходимо:

1. Найти мгновенные и действующие значения токов в ветвях, применяя метод эквивалентных преобразований
2. Найти мгновенные и действующие значения ЭДС источника напряжения и напряжений на всех элементах.
3. Составить баланс мощностей цепи.
4. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

***Исходные данные* для расчёта:**

* мгновенное значение тока на участке цепи

*Im3*(*t*) *= 6,5*sin(500*t* + 88°) А.

* величины резистивных сопротивлений *R*2 = *R*3 = 4 Ом;
* величина индуктивности *L*3 = 4 мГн;
* величина ёмкости *C1* = 1000 мкФ

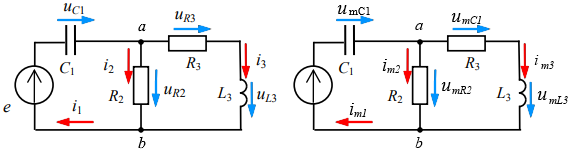


Рис. 2.6. Разветвлённая цепь синусоидального тока:

*а*) схема замещения; *б*) расчётная схема

На рис. 2.6, *б*\* изображена расчётная схема электрической цепи, для которой исходные данные о параметрах всех элементов представлены в комплексной форме. На ней положительные направления соответствующих комплексных значений тока и напряжения такие же, как и на схеме замещения (рис. 2.6, *а*\*).

***Метод эквивалентных преобразований***

Суть метода состоит в поиске эквивалентного комплексного сопро-тивления всей цепи, через комплексные сопротивления и проводимости отдельных участков (рис. 2.7\*). Сначала определяется комплексное сопро-

тивление параллельного участка

*Z*23

(рис. 2.7, *б*\*) через комплексную про-

водимость

*Y*23

(рис. 2.7, *а*\*). Затем определяется эквивалентное комплекс-

ное сопротивление всей цепи *ZЭ* (рис. 2.7, *в*\*). После чего с помощью за-

кона Ома в комплексной форме вычисляются комплексные выражения для неизвестных величин, например, ЭДС источника напряжения и на-пряжений на элементах и т.п.

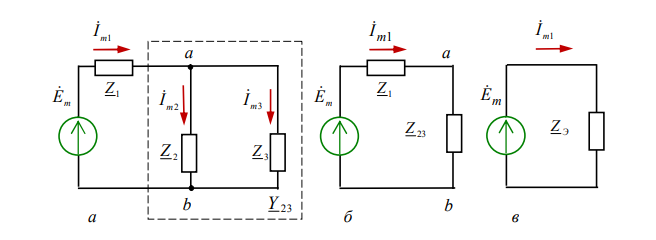


Рис. 2.7. Метод эквивалентных преобразований

Циклическая частота ω задана в мгновенном значении силы тока *i*3(*t*) и равна 500 рад/с. Для всех переменных величин данной цепи она одинакова. Начальная фаза *i*3 так же берется из мгновенного значения,ψ*i*3 =88°.

Представим силу тока *i*3 в комплексной форме по формуле (2.4\*):

Определим натуральные и комплексные значения индуктивного и ёмкостного сопротивлений по формулам (2.20\*) и (2.31\*):

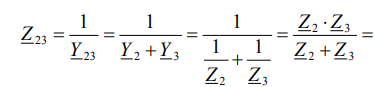
Найдём комплексные сопротивления ветвей (рис. 2.7, *а*\*) по формуле (2.35\*) в алгебраической и показательной формах:

Первой:

Второй:

Третьей:

Определим эквивалентное комплексное сопротивление параллельного участка (рис. 2.7, б\*) с учётом формулы комплексной проводимости (2.36\* ) и формул преобразования комплексных чисел (2.5\*), (2.6\*), (2.7\*):



Эквивалентное комплексное сопротивления цепи ZЭ (рис. 2.7, в\*):

Напряжение между узлами цепи a и b является напряжением каждой из параллельных ветвей 2 и 3, его можно выразить в соответствии с законом Ома через токи и сопротивления параллельного участка цепи:

Найдём комплексные значения токов по закону Ома:

ЭДС источника по закону Ома для замкнутого контура цепи:

Полученные комплексные значения токов и ЭДС практически совпадают с найденными ранее величинами. Комплексные амплитуды напряжений определяем по закону Ома для резистивного (2.14\* ), индуктивного (2.23\* ) и ёмкостного (2.34\* ) элементов:

Мгновенные значения токов и напряжений:

Рассчитаем действующие значения токов и напряжений:

Проверим решение, составив баланс мощностей цепи (2.47\* ).

здесь – комплексная мощность р-го источника ЭДС в цепи; *I* – сопряжённый комплекс тока; = – мощность k-го резистивного элемента цепи; – мощность k-го реактивного элемента цепи.

Найдём комплексную мощность источника (2.46\* ) и представим её в алгебраической форме записи

Активная мощность источника:

Реактивная мощность источника:

Суммарные активные и реактивная мощности приёмников:

Баланс мощностей для расчетной цепи:

-53,80 - j21,74 = 202,13 - j132.

Учитывая погрешность округления, баланс мощностей сходится. Построим векторную диаграмму токов и напряжений на комплексной плоскости (рис. 2.8\* ). Масштаб: в 1 см 0,4 А тока и 5 В напряжения. От начала координат откладываем векторы, длина которых пропорциональна амплитудному значению тока, напряжения или ЭДС, а угол поворота вектора

величины относительно действительной оси +1 совпадает с её начальной фазой.

На векторных диаграммах графически должны выполняться законы Кирхгофа, т.е. геометрически суммироваться вектора токов, напряжений и ЭДС.

