**ВЫНУЖДЕННЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.**

Вынужденными колебаниями называют такие колебания, которые вызываются действием на систему внешних сил, периодически изменяющихся с течением времени. В случае электромагнитных колебаний такой внешней силой является периодически изменяющаяся э.д.с. источника тока.

Отличительные особенности вынужденных колебаний: вынужденные колебания - незатухающие колебания; частота вынужденных колебаний равна частоте внешнего периодического воздействия на колебательную систему, т.е., в данном случае, равна частоте изменения э.д.с. источника тока.

Амплитуда вынужденных колебаний зависит от частоты изменения э.д.с. источника тока. Для вынужденных колебаний характерно явление электрического резонанса, при котором амплитуда вынужденных колебаний становится максимальной. Это физическое явление наблюдается при совпадении частоты изменения э.д.с. источника тока с собственной частотой колебаний данного контура, т.е.:

, (1)

где: i - мгновенное значение тока, т.е. его значение в момент времени t = 0;

J0 - амплитудное или максимальное значение силы тока;

 - частота изменения тока, численно равная частоте изменения э.д.с. источника тока.

Мгновенным или амплитудным значениями тока и напряжения на практике пользоваться неудобно. Амперметры и вольтметры в цепи переменного тока измеряют так называемые действующие или эффективные значения переменного тока, которые связаны с амплитудными значениями тока по формулам:

, (4)

. (5)

Действующими значениями силы тока и напряжения переменного тока называют значения этих величин для такого постоянного тока, который на том же активном сопротивлении выделяет за время, равное периоду Т переменного тока, такое же количество теплоты, как и данный переменный ток.

Источником переменного тока является генератор переменного тока, физический принцип действия которого основан на равномерном вращении с угловой скоростью  плоской рамки площадью S, состоящей из N витков, в однородном магнитном поле с индукцией В. При этом рамку пронизывает переменный магнитный поток:

, (6)

где: Ф0 - максимальное значение магнитного потока;

 - угол между нормалью к рамке и вектором магнитной индукции В;

- угловая скорость вращения рамки.

Согласно закону электромагнитной индукции, в рамке будет возбуждаться мгновенное значение э.д.с., изменяющееся по закону:

, (7)

где: e - мгновенное значение э.д.с.;

0 - амплитудное значение э.д.с.;

 - угловая скорость вращения рамки.

В общем случае цепь переменного тока представляет собой колебательный контур:

Напряжение на зажимах источника тока U меняется по гармоническому закону с частотой изменения э.д.с. генератора переменного тока.

Существует принципиальное отличие электрического сопротивления цепи переменного тока по сравнению с электрическим сопротивлением цепи постоянного тока, связанное с преобразованиями электрической энергии в другие виды энергии.

Устройства, в которых электрическая энергия полностью и необратимо преобразуется в другие виды энергии, называют активными нагрузками, а электрические сопротивления этих устройств - активными сопротивлениями. В цепи постоянного тока существуют только активные нагрузки.

Устройства, в которых не происходит необратимого превращения электрической энергии в другие виды энергии, называют реактивными нагрузками, а их сопротивления - реактивными сопротивлениями. Реактивные сопротивления в цепи переменного тока имеют конденсатор и катушка индуктивности, которые соответственно называют емкостным xc сопротивлением и индуктивным сопротивлением xL. При этом конденсатор имеет только реактивное сопротивление, а катушка индуктивности, помимо реактивного сопротивления, обладает еще активным сопротивлением. Реактивные сопротивления вычисляются по формулам:

, (8)

, (9)

где: С - емкость конденсатора;

L - индуктивность катушки;

 - частота изменения э.д.с. источника тока.

Если в цепи переменного тока реактивной нагрузки нет или ее сопротивление пренебрежимо мало по сравнению с активным сопротивлением цепи, то колебания силы тока совпадают по фазе с колебаниями напряжения и происходят с частотой и фазой колебаний э.д.с. источника тока:

, (10)

, (11)

. (12)

Цепь переменного тока, которая не содержит конденсатора и активное сопротивление которой ничтожно мало по сравнению с индуктивным сопротивлением, называется цепью переменного тока с индуктивным сопротивлением. В такой цепи колебания напряжения на катушке опережает колебания силы тока на /2, т.е.:

, (13)

. (14)

Цепь переменного тока, которая не имеет индуктивного сопротивления и активное сопротивление которой пренебрежимо мало по сравнению с емкостным сопротивлением, называется цепью переменного тока с емкостным сопротивлением. В такой цепи колебания силы тока опережают колебания напряжения на /2:

, (15)

. (16)

Для амплитудного и действующего значений переменного тока справедлив закон Ома:

, (17)

, (18)

, (19)

где величина R называется полным сопротивлением цепи переменного тока.

Количество теплоты Q, выделяющееся на активном сопротивлении, вычисляется по закону Джоуля-Ленца:

. (20)

Величина преобразованной электрической энергии в другие виды энергии определяется мощностью переменного тока. Так как - сила тока и напряжение - переменные величины, то и мощность в цепи переменного тока является переменной величиной. Поэтому имеет смысл говорить только о мгновенном значении мощности =I2 Ra , или о среднем значении мощности период Т изменения переменного тока, вычисляемой по формуле:

 . (21)

Мощность называют активной мощностью. Множитель cosφ называют коэффициентом мощности, где:  - сдвиг по фазе между колебаниями силы тока и напряжения. Коэффициент мощности вычисляется по формуле:

. (22)

Для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при той же частоте используют устройство, называемое трансформатором. Трансформатор представляет собой систему, состоящую из двух обмоток (катушек), связанных одним сердечником. Если первоначально катушка содержит N1 витков, а вторичная - N2 витков, то коэффициент трансформации k вычисляется по формуле:

, (23)

где 1 и 2 - э.д.с. индукции в первичной и вторичной обмотках.

Если падение напряжения на активном сопротивлении первичной обмотки трансформатора ничтожно мало, то: ε1 = u1 и ε2 = u2. Тогда:

, (24)

где U1 и U2 - напряжение на первичной и вторичной обмотках трансформатора.

К.п.д. трансформатора называют отношение мощности Р2, отдаваемой вторичной обмоткой, к мощности Р1, подводимой к первичной обмотке:

 . (25)

К.п.д. современных трансформаторов очень высок - 97-98 %. Поэтому по закону сохранения энергии мощность тока в первичной обмотке практически равна мощности тока во вторичной обмотке: Р1 Р2. Отсюда следует, что: J1U1 J2U2.

Тогда формулу (24) можно записать в виде:

 , (26)

где: J1, J01 - действующее и амплитудное значения тока в первичной обмотке;

J2, J02 -действующее и амплитудное значения тока во вторичной обмотке.