**Синтез корректирующих устройств нелинейных систем по логарифмическим частотным характеристикам**

В предыдущих параграфах были рассмотрены условия, кото­рым должны удовлетворять частотные характеристики линейной части, чтобы выполнялись условия абсолютной устойчивости или заданного показателя качества для замкнутой нелинейной си­стемы. Условия эти геометрически сводятся к установлению запретной области, внутрь которой не должна входить ампли­тудно-фазовая характеристика линейной системы. Если же в не­котором интервале частот  характеристика вошла в запретную зону и пересекла ее границу при частотах  и , то в линейную часть системы нужно ввести корректирующее звено с тем, чтобы в указанном интервале частот деформировать характеристику и вывести ее из запретной зоны.

Рассмотрим методы последовательной коррекции системы с целью обеспечить ее абсолютную устойчивость.

В [5] было показано, что если производная нелинейной характеристики заключена в пределах

                                                

то, для того чтобы процессы в нелинейной системе были устойчивы, достаточно, чтобы частотная амплитудно-фазовая характери­стика  линейной части системы не входила внутрь  *А*- окружности,  где .

*А*- окружность, как это следует из выражения

                                   ,

пересекает действительную ось в двух точках: правая точка , левая - . Сопоставим это с *Р*- окружностью, которая используется для построения ординат вещественной частотной характе­ристики замкнутой системы по амплитудно-фазовой характери­стике разомкнутой системы [5].          *Р*- окружность пересекает действительную ось в точках  и .

Таким обра­зом, мы можем воспользоваться диаграммами                         *Р* - окружностей, если пересчитаем индекс окружности, поставив условием совпа­дение точек пересечения окружностей с осью. Одна пара из этих точек совпадает, остается выполнить условие совпадения другой пары точек:

                                                 или ,                                  (4.24)

откуда

                                                             .                                              (4.25)

Для синтеза корректирующих устройств удобнее пользоваться логарифмическими частотными характеристиками, поэтому вместо                  *А*- окружностей в плоскости , необходимо отобразить       *А*- окружности на плоскость координат  и . Аналогичные отображения, по­строенные В. В. Солодовниковым, приводятся во всех курсах автоматического регулирования, и мы можем воспользоваться этими кривыми, пересчитав их индексы по формуле (4.25).

Ранее было показано, что значение индекса *Р*связано со зна­чениями  и  следующей зависимостью:

                                                     .                                   (4.26)

Воспользовавшись  формулой  (14.26), можем  без   труда  пере­считать эту зависимость для индекса  *А* – окружности:

             ,

откуда                                          ,                                 (4.27)

а, в частности, для 

                                                           .                                    (4.28)

Пусть нам задано граничное значение  и построена *А*- кривая в плоскости ,  (см. рисунок 4.2, *а*). Амплитудно-фазовая характеристика,    пересчитанная к этим осям, т. е. кривая , пересекает           *А* - кривую в точках, соответствующих  и , и в интервале  входит в запретную область. Соответствующие ей логарифмические амплитуд­ная и фазовая характеристики показаны на рисунке 4.2, *б* сплошной линией.



Рисунок 4.2 - Синтез корректирующих устройств нелинейных систем по логарифмическим частотным характери­стикам

Чтобы достаточные условия устойчивости не нарушились, можем потребовать, чтобы вне интервала  логариф­мические частотные характеристики линейной части или совпа­дали с характеристикой , или шли ниже их, а внутри интервала совпадали бы с граничной  *А*- кривой или шли ниже ее.

Задавшись произвольно несколькими точками на *А* - кривой, соответствующими значениям  переносим эти точки на логарифмические характеристики и, соединяя их плавной кривой, получаем деформацию ЛАХ и ЛФХ, обеспечивающую соблюдение достаточных условий абсолютной устойчивости.

Граничная   допустимая   амплитудно-фазовая   характеристика на рисунке 4.2, *а* отмечена штриховкой, а на рисунке 4.2, *б* заштрихованы области, внутри которых должны лежать скорректированные логарифмические характеристики. При последовательной коррек­ции, поскольку  ЛАХ  скорректированной  системы  лежит  ниже криволинейного сектора, равного разности между новым и старым значениями ЛАХ (прерывистая линия на рисунке 4.2, *б*), ЛАХ коррек­тирующего звена может,  например, представлять собой трапецию.

После  того,  как определена передаточная  функция  скорректированной  системы,  необходимо проверить,   обеспечивается   ли  нахождение   фазовой   характери­стики скорректированной системы в заштрихованной области.

Аналогичный метод коррекции можно применить и в том слу­чае, если требуется обеспечить выполнение условия, чтобы сте­пень устойчивости нелинейной системы была не меньше заданной . *А*- кривую в плоскости ,  при этом наносим таким же способом, но вместо логарифмических характеристик исходной системы  строим логарифмические характеристики для смещенной амплитудно-фазовой характеристики .

Более детально метод синтеза корректирующих устройств нелинейных систем по логарифмическим частотным характери­стикам, базирующийся на критерии В. М. Попова, рассмотрен в [5].