Министерство общего и профессионального образования

Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра телевизионных устройств (ТУ)

Курсовая работа на тему:

**Расчёт и конструирование АМ передатчика**

2006

1. Введение

Главной целью данного курсового проекта является разработка АМ передатчика мощностью 30 Вт, с рабочей волной λ=9 м (f=33.3 МГц). В связи с небольшой выходной мощностью передатчик реализован на транзисторах.

2. Разработка структурной схемы передатчика

Структурная схема АМ передатчика с базовой модуляцией состоит из следующих блоков: автогенератор (АГ) на частоту 16.67 МГц, эмиттерный повторитель (ЭП) для развязки АГ и умножителя частоты сигнала на (У), усилитель мощности колебаний (УМК), модулируемый каскад (МК) и колебательные системы: для согласования У и УМК КС1, УМК и МК – КС2, МК и фидера – выходная колебательная система.

Модуляция осуществляется в оконечном каскаде (ОК). Достоинством базовой модуляции является малые амплитуда напряжения и мощность модулятора, т.к. модуляция достигается путем изменения смещения на базе МК, что приводит к изменению угла отсечки и выходного тока в соответствии с НЧ модулирующим сигналом.

Число каскадов усиления мощности можно примерно определить по формуле N=ln Кs/ln K1=ln 3300/ln 20=3, где Ks=PА⋅(1+m)2/PвыхЭП= 30⋅(1+0.8)2/ /0.03=3300 – суммарный коэффициент усиления по мощности, K1=20 – средний коэффициент усиления по мощности одного каскада с учетом потерь в колебательных системах.

Структурная схема передатчика разработана при использовании [1,2] и приведена на РТФ КП.775277.001 Э1.

# 3. Расчёт оконечного каскада

Модуляцию смещением будем проводить в оконечном каскаде(ОК) передатчика.

В ТЗ задана мощность передатчика в антенне в режиме несущей PA=1 Вт, рассчитаем максимальную мощность первой гармоники непосредственно на выходе оконечного каскада P1max:

Pmax=PA⋅(1+m)2/(ηф⋅ηк)=4.96 Вт. (3.1)

1. где: ηф=0.85 - КПД фидера;
2. ηк=0.95 – КПД выходной колебательной системы (ВКС);
3. m = 1 – максимальный коэффициент модуляции.
4. Выбор транзистора ОК производим по следующим определяющим факторам:
* выходная мощность транзистора Pвых ≥ P1max;
* частота, на которой модуль коэффициента передачи транзистора по току в схеме с ОЭ равен 1, fт=(3÷5)⋅f=82.5÷137.5 МГц, где f=27.5 МГц, несущая частота передатчика.

В соответствии с вышеперечисленными требованиями выбираем в качестве активного элемента (АЭ) ОК транзистор КТ940Б с параметрами:

* выходная мощность Pвых=5 > 4.95 Вт;
* fт=400 МГц;
* сопротивление насыщения rнас=20 Ом;
* максимальное постоянное напряжение коллектор-эмиттер Uкэимп=36 В;
* максимальный постоянный ток коллектора Iкодоп=1 А;
* напряжение источника коллекторного питания Е`к=12 В;
* средний статический коэффициент усиления по току в схеме с ОЭ βo=40;
* ёмкость коллекторного перехода Ск=75 пФ;
* ёмкость эмиттерного перехода Сэ=410 пФ;
* индуктивности выводов Lб=2.4 нГн, Lэ=1.2 нГн;
* сопротивление материала базы rб=1 Ом.

Произведём расчёт коллекторной цепи транзистора. Расчёт будем производить, исходя из максимальной мощности в критическом режиме Pmax.

По заданному в ТЗ источником выступает аккумулятор с напряжением 12 В, соответственно напряжение на коллекторе составит Ек=12 В, и максимальный угол отсечки θmax=120°, соответствующий коэффициенту модуляции m=0.8.

Рассчитываем амплитуду первой гармоники напряжения Uк1 на коллекторе:

11.34 В. (3.2)

Максимальное напряжение на коллекторе:

Uк.макс=Ек+1.2⋅Uк1кр=24.7 В≤Uк.доп=36 В. (3.3)

Амплитуда первой гармоники коллекторного тока:

Iк1=2⋅P1max/Uк1кр=0.76 А. (3.4)

Постоянная составляющая коллекторного тока:

0.57 А≤ Iкодоп=20 А. (3.5)

Максимальный коллекторный ток:

Iк.макс=Iко/αo(θ)=17.1≤ Iкодоп=30 А. (3.6)

Максимальная мощность, потребляемая от источника коллекторного питания:

Pоmax=Eк⋅Iко=194 Вт. (3.7)

КПД коллекторной цепи при номинальной нагрузке:

η=P1max/Pоmax=0.62. (3.8)

Максимальная рассеиваемая мощность на коллекторе транзистора:

Pк.max=Pоmax-P1max=73.7 Вт. (3.9)

Значение Pк.max является исходным параметром для расчёта температуры в структуре транзистора и системы его охлаждения.

Номинальное сопротивление коллекторной нагрузки:

Rэк.ном=Uк1кр/(2⋅P1max)=13.1 Ом. (3.10)

Произведём расчёт входной цепи транзистора.

Предполагается, что между базовым и эмиттерными выводами по РЧ включен резистор Rд, требуемый для устранения перекосов в импульсах коллекторного тока (см.рис.3.1).

Рисунок 3.1 – Включение резистора Rд

Rд=βo/(2⋅π⋅fт⋅Cэ)=45 Ом. (3.11)

На частотах f>3⋅fт/βо (33.3 МГц>13.3 МГц) в реальной схеме генератора Rд можно не ставить, однако, в последующих расчётах необходимо оставлять.

Амплитуда тока базы:

χ=1+γ1(θ)⋅2⋅π⋅fт⋅Cк⋅Rэк.ном=2.02; (3.12)

3.86 А. (3.13)

Постоянные составляющие базового и эмиттерного токов:

Iбо=Iко/βо=0.154 А; (3.14)

Iэо=Iко+Iбо=7.1 А. (3.15)

Напряжение смещения на эмиттерном переходе:

0.04 Ом; (3.16)

2.37 В.(3.17)

где Еотс – напряжение отсечки, равное для кремниевых транзисторов 0.5÷0.7 В.

Рисунок 3.2 – Эквивалентная схема входного сопротивления транзистора

Определяем значения LвхОЭ, rвхОЭ, RвхОЭ, CвхОЭ в эквивалентной схеме входного сопротивления транзистора (см.рис.3.2), принимая барьерную ёмкость активной части коллекторного перехода Ск.а=0.25⋅Ск:

LвхОЭ=Lб+Lэ/χ=2.9 нГн; (3.18)

rвхОЭ=⋅[(1+γ1(θ)⋅2⋅π⋅fт⋅Ск.а⋅Rэк.ном)⋅rб+rэ+γ1(θ)⋅2⋅π⋅fт⋅Lэ]=

=1.03 Ом; (3.19)

RвхОЭ=⋅[rб+(1+γ1(θ)⋅βо)⋅rэ]-rвхОЭ+Rд⋅[1-γ1(θ)]=8.7 Ом; (3.20)

СвхОЭ=βо/(2⋅π⋅fт⋅RвхОЭ)=4.1 нФ. (3.21)

Резистивная и реактивная составляющие входного сопротивления транзистора:

rвх=rвхОЭ+=1.184 Ом; (3.22)

Xвх=2⋅π⋅f⋅LвхОЭ-=-0.532 Ом. (3.23)

Рисунок 3.3 - Эквивалентные входные сопротивление и ёмкость транзистора

Эквивалентные входные сопротивление и ёмкость транзистора (см.рис.3.3):

Rвхэк=rвх+(Xвх/rвх)2=1.424 Ом; (3.24)

Свхэк==1.508 нФ. (3.25)

Рисунок 3.4 - Эквивалентные выходные сопротивление и ёмкость транзистора

Для получения эквивалентной выходной ёмкости транзистора (см.рис.3.4) произведём расчёт ряда вспомогательных параметров:

h=1+40⋅Iэо⋅rб/βо=4.15; (3.26)

M=40⋅Iэо⋅rб/h=28; (3.27)

εf=f/fт=0.167; (3.28)

μ==4.8. (3.29)

Эквивалентная выходная ёмкость транзистора:

Свыхэк=Ск⋅(1+0.4⋅M/μ2)=390 пФ. (3.30)

Формулы (3.27)-(3.31) взяты из [3].

Входная мощность:

Pвх=0.5⋅Iб2⋅rвх=8.81 Вт. (3.31)

Коэффициент усиления по мощности:

Кр=P1ном/Pвх=13.7. (3.32)

Расчёт выходной и входной цепи транзистора (формулы (3.2)-(3.25), (3.31)-(3.32)) произведён согласно [1].

В результате расчёта каскада на максимальную мощность становятся известными следующие параметры: Iк1m=9.156 A, Iкоm=6.93 A, Iбоm=0.154 A, Ебm=2.37 В, Umб==2.54 В.

При базовой модуляции СМХ есть зависимость Iк1=f(Еб) при (Umб, Ебm, Rэк.ном)=const.

Для грубой оценки положения СМХ можно принять ее линейной и построить по двум точкам: точке максимального режима Iк1=Iк1m, Eб=Ебm и точке запирания каскада Iк1=0, Еб=Ебзап, где Ебзап=Еотс-Umб=-1.84 В.

Упрощенная СМХ приведена на рис.3.5.

Рисунок 3.5 – Статическая модуляционная характеристика

Рассчитаем ряд параметров:

Минимальное модулирующее напряжение:

Амплитуда ВЧ составляющей в режиме несущей:

Получили Umin=-1.37 В, Uo=0.5 В. Рассчитаем угол отсечки в режиме несущей: θн=arccos((Еотс-Uo)/Umб)=85.5°. Рассчитаем ток постоянной составляющей базы в режиме несущей и амплитуду тока НЧ сигнала:

IΩ=Iбоm-Iбон

Получили Iбон=0.067 А, IΩ=0.087 А. Рассчитаем амплитуду напряжения НЧ сигнала на базе UΩ=Eбm-Uo=1.87 В и требуемую мощность модулятора PΩ=IΩ⋅UΩ=0.082 Вт.

Произведём расчёт цепей питания для схемы ОК, приведённой на рис.3.6, для режима несущей по формулам (Есм=3 В):

 (3.33)

В результате получим Iдел=0.33 А, R1=6.2 Ом, R2=1.5 Ом.

Мощность, рассеиваемая на резисторах:

Pr1=(Iдел+Iбо)2⋅R1=1 Вт; (3.34)

Pr2=Iдел2⋅R2=0.17 Вт. (3.35)

Рисунок 3.6 – Схема оконечного (модулируемого) каскада

Модуль входного сопротивления транзистора:

|Zвх|==1.3 Ом. (3.36)

Рассчитываем номиналы блокировочных индуктивностей:

Lбл1≥20⋅|Zвх|/(2⋅π⋅f)=0.13 нГн; (3.37)

Lбл2≥20⋅Rэкном/(2⋅π⋅f)=0.28 нГн. (3.38)

Рассчитываем номинал разделительного конденсатора:

Ср1≥20/(2⋅π⋅f⋅|Zвх|)=73 нФ. (3.39)

По методике, изложенной в [3], произведём расчёт ВКС. Т.к. передатчик является неперестраиваемым, то целесообразно использовать в качестве ВКС, назначение которой – фильтрация высших гармоник и согласование транзистора с нагрузкой, простейший П-образный контур (см.рис.3.7).

На частоте сигнала f входное сопротивление П-контура должно быть чисто активным и равным требуемому сопротивлению нагрузки транзистора Rэк. Таким образом, П – контур на частоте сигнала трансформирует активное сопротивление нагрузки Rн в активное входное сопротивление Rэк.

Рисунок 3.7 – Схема П-образного контура

Порядок расчёта П-контура следующий:

Задаемся величиной волнового сопротивления контура в пределах ρ=250÷500 Ом: ρ=250 Ом.

Определяем индуктивность контура L0:

L0=ρ/(2⋅π⋅f)=1.194 мкГн. (3.40)

На частоте сигнала f П-контур сводится к виду, изображённому на рис.3.8, причём L, L0, C0 находятся в соотношении:

2⋅π⋅f⋅L=2⋅π⋅f⋅L0-1/(2⋅π⋅f⋅C0).

Рисунок 3.8 – Схема приведённого П-образного контура

Величиной L необходимо задаться в соответствии с формулой:

L>/(2⋅π⋅f)=0.122 мкГн, (3.41)

где Rн=50 Ом – стандартное сопротивление фидера, соединяющего ВКС с антенной. Выбираем L=0.5 мкГн.

Определяем С0:

С0=1/(4⋅π2⋅f2⋅(L0-L))= 33 пФ. (3.42)

Определяем С1 и С2:

С1==400 пФ; (3.43)

С2==138 пФ. (3.44)

Внесённое в контур сопротивление:

rвн=Rн/(1+(2⋅π⋅f⋅Rн⋅С2)2)=16.1 Ом. (3.45)

Добротность нагруженного контура:

Qн=ρ/(rо+rвн)=14.6, (3.46)

где ro – собственное сопротивление потерь контурной индуктивности, величина которой точно определяется ниже, на данном этапе принимаем ro=1 Ом.

Коэффициент фильтрации П-контура (только для ОК), принимая n=2, т.к. схема ОК однотактная:

Ф=Qн⋅(n2-1)⋅n=88. (3.47)

Произведём конструктивный расчёт элементов нагрузочной системы (см.рис.3.7). При этом необходимо выбрать номинальные значения стандартных деталей (С0, C1, C2), входящих в контур, и определить конструктивные размеры нестандартных деталей (L0).

Для настройки контура в резонанс и обеспечения оптимальной связи с нагрузкой в состав ёмкостей С0 и С2 целесообразно включить подстроечные конденсаторы (см.рис.3.9).

Рисунок 3.9 – Схема П-образного контура с подстроечными элементами

Расчёт контурной катушки L0 проводится в следующем порядке:

Размеры катушки показаны на рис.3.10.

Задаёмся отношением V=l/D в пределах 0.5≤V≤2: V=2.

Задаёмся значением Ks=0.5 Вт/см2 – удельной тепловой нагрузки на 1 см2 сечения катушки.

Определяем площадь продольного сечения катушки S=l⋅D по формуле:

S=P1ном⋅ηк/Ks=12.04 см2. (3.48)

Рисунок 3.10 – Конструкция контурной катушки

Определяем длину l и диаметр D катушки по формулам:

l==4.9 см; (3.49)

D==2.45 см (3.50)

Число витков N катушки:

11. (3.51)

Амплитуда контурного тока:

Iк=Uк1кр⋅2⋅π⋅f⋅C1=2.2 А. (3.52)

Диаметр d провода катушки вычисляем по формуле:

d[мм]≥0.18⋅Iк⋅=0.95 мм. (3.53)

Выбираем d=1 мм.

Собственное сопротивление потерь контурной катушки на рабочей частоте:

ro=0.525⋅D[мм]⋅N⋅⋅10-3/d[мм]=0.81 Ом. (3.54)

Коэффициент полезного действия контура:

ηк=rвн/(rо+rвн)=0.952. (3.55)

# 4. Расчёт предоконечного каскада

Рассчитаем мощность первой гармоники коллекторного тока, принимая ηк=0.7:

P1ном= Вт, (4.1)

где PвыхКС – мощность на выходе колебательной системы (КС) данного каскада.

В соответствии с требованиями, изложенными в п.3, выбираем транзистор 2Т955А со следующими параметрами:

* выходная мощность Pвых≥20 Вт;
* fт=250 МГц;
* сопротивление насыщения rнас=1.9 Ом;
* максимальное импульсное напряжение коллектор-эмиттер Uкэ=70 В;
* максимальный постоянный ток коллектора Iкодоп=6 А;
* напряжение источника коллекторного питания Е`к=28 В;
* средний статический коэффициент усиления по току в схеме с ОЭ βo=80;
* эквивалентная ёмкость база-коллектор Ск=60 пФ;
* барьерная ёмкость Сэ=240 пФ;
* индуктивности выводов Lб=2.4 нГн, Lэ=2 нГн;

сопротивление материала базы rб=0.5 Ом.

Проведя расчёт коллекторной цепи по формулам (3.2)-(3.10), получим следующие параметры (Ек=28 В, θ=90°):

Uк1кр=24.02 В; Uк.макс.=56.8 В<Uк.доп=70 В; Iк1=1.05 А;

Iко=0.67 А<Iкодоп=6 А; Iк.макс=2.1 А< Iкодоп=6 А;

Pоном=18.7 Вт; η=0.674; Pк.макс=6.1 Вт; Rэк.ном=22.9 Ом.

Проведя расчёт входной цепи по формулам (3.11)-(3.32), получим следующие параметры:

Rд=212 Ом; χ=2.08; Iб=0.447 А; Iбо=8.3 мА; Iэо=0.676 А;

rэ=0.53 Ом; Еб= -2.97 В; rвх=2.08 Ом, Хвх= -9.36 Ом; Rвхэк=44.2 Ом;

Свхэк=486 пФ; Свыхэк=142 пФ; Pвх=0.354 Вт; Кр=35.6.

Данные для расчёта КС: Rэк.ном=22.9 Ом, Свыхэк=142 пФ, СвхОК=1510 пФ, RвхОК=1.42 Ом, где последние 2 параметра – соответственно входные ёмкость и сопротивление оконечного каскада.

Задаёмся величиной ρ=250 Ом. По формулам (3.40)-(3.44) определяем следующие параметры:

L0=1.194 мкГн; L>0.027 мкГн, выбираем L=0.5 мГн; С0=33 пФ;

С1=254 пФ; С2=3400 пФ.

Схема предоконечного каскада аналогична схеме ОК и приведена на рис.4.1.

Рисунок 4.1 – Схема предоконечного каскада

Выбираем напряжение источника смещения Есм=3 В и производим расчёт номиналов элементов схемы на рис.4.1 по формулам:

 (4.1)

R2=430 Ом, R1=1.8 кОм (Pr1,2<0.125 Вт); Ср1=10 нФ,

Lбл1=1 мкГн, Lбл2=2.2 мкГн.

# 5. Расчёт умножителя на 2

Рассчитаем мощность второй гармоники (n=2) коллекторного тока, принимая ηк=0.8:

Pnном= Вт, (5.1)

где PвыхКС – мощность на выходе колебательной системы (КС) данного каскада.

В соответствии с требованиями, изложенными в п.3, выбираем транзистор 2Т951В со следующими параметрами:

* выходная мощность Pвых≥2 Вт;
* fт=345 МГц;
* сопротивление насыщения rнас=10 Ом;
* максимальное напряжение коллектор-эмиттер Uкэдоп=65 В;
* максимальный постоянный ток коллектора Iкодоп=0.5 А;
* напряжение источника коллекторного питания Е`к=28 В;
* средний статический коэффициент усиления по току в схеме с ОЭ βo=150;
* эквивалентная ёмкость база-коллектор Ск=11 пФ;
* барьерная ёмкость Сэ=80 пФ;
* индуктивности выводов Lб=4 нГн, Lэ=4.7 нГн;

сопротивление материала базы rб=2 Ом.

Расчёт умножителя проводим аналогично расчёту усилителя мощности (см. п.3) при оптимальном угле отсечки для 2-й гармоники θ=120/n=60°. При этом α0=0.218, α1=0.391, α2=0.276, γ1=0.196, γ0=0.109.

Отличие расчёта состоит в том, что в умножителе расчёт выходной цепи и коэффициента усиления по мощности проводится по n-й гармонике.

Проведя расчёт коллекторной цепи по формулам (3.2)-(3.10), получим следующие параметры (Ек=28 В, θ=60°, f=16.67 МГц):

Umк=26.8 В; Iкn=33 мА, Iк1=47 мА;

Iко=26 мА<Iкодоп=0.5 А; Iк.макс=120 мА< Iкодоп=0.5 А;

Pоном=0.73 Вт; η=0.606; Rэк.ном=812 Ом.

Проведя расчёт входной цепи по формулам (3.11)-(3.32), получим следующие параметры:

Rд=865 Ом; χ=4.78; Iб=56 мА; Iбо=0.174 мА; Iэо=26 мА;

rэ=1.56 Ом; Еб= -2.28 В; rвх=14.7 Ом, Хвх= -95 Ом; Rвхэк=630 Ом;

Свхэк=98 пФ; Свыхэк=20 пФ; Pвх=23 мВт; Кр=Pnном/Рвх=19.3.

КС выполним в виде П-образного контура (см.рис.5.1). Причём схема приведённого контура будет такая же, как в п.3 (см.рис. 3.8).

Рисунок 5.1 – Схема П-образного контура

Данные для расчёта КС: f=33.33 МГц, Rэк=812 Ом, Свыхэк=20 пФ, СвхПОК=486 пФ, RвхПОК=44 Ом, где последние 2 параметра – соответственно входные ёмкость и сопротивление предоконечного каскада.

Задаёмся величиной ρ=250 Ом. По формулам (3.40)-(3.44) определяем следующие параметры:

L0=1.194 мкГн; L>0.905 мкГн, выбираем L=0.91 мкГн; С0=81 пФ;

С1=26 пФ; С2=37 пФ.

Параллельное соединение СвхОК и L1 на частоте несущей f эквивалентно ёмкости номиналом С2. Определяем L1:

L1==51 нГн. (5.2)

Рисунок 5.2 – Схема П-образного контура с подстроечными элементами

Схема умножителя приведена на рис.5.3.

Рисунок 5.3 – Схема умножителя на 2

Расчёт элементов схемы на рис.5.3 проведем по формулам:

Полученные параметры: С1=Ср=2 нФ, R1=13 кОм, Lбл1=20 мкГн, Lбл2=0.16 мГн.

6. Расчёт кварцевого автогенератора

Данный кварцевый генератор (КГ) предназначен для формирования частоты f=16670 кГц. КГ представляет собой ёмкостную трёхточку, где кварцевый резонатор заменяет индуктивность. Достоинства данной схемы: схема имеет меньшую склонность к паразитной генерации на частотах выше рабочей; схема построена без индуктивностей.

Выбор транзистора АГ. В АГ следует применять маломощный транзистор с граничной частотой много больше рабочей. В этом случае можно не учитывать инерционные свойства транзистора, в этом случае упрощается расчёт АГ, уменьшается нестабильность частоты, связанная с нестабильностью фазового угла крутизны.

Рисунок 6.1 – Схема автогенератора по ёмкостной трёхточке

Используя [5,6], выбираем маломощный транзистор КТ371А со следующими параметрами:

* fт=3000 МГц;
* максимальное постоянное напряжение коллектор-эмиттер Uкэдоп=15 В;
* средний статический коэффициент усиления по току в схеме с ОЭ βo=120;
* сопротивление материала базы rб=10 Ом;
* максимальная мощность рассеяния на коллекторе Pкдоп=0.1 Вт.

Выбираем кварцевый резонатор РГ-27: fкв=16.67 МГц, Pкв.доп=2 мВт, rкв=2 Ом.

Нижеприведённая методика расчёта АГ взята из [3].

Расчёт по постоянному току.

Задаём Iко=7 мА, Екэ=10 В, Еэ=2 В, откуда

R3=Еэ/Iко=286 Ом; (4.1)

Еп=Екэ+Еэ=12 В. (4.2)

Определяем ток базы:

Iбо=Iко/βo=58 мкА. (4.3)

Задаём ток делителя:

Iдел=15⋅Iбо=875 мкА, (4.4)

откуда определяем

Rдел=R1+R2=Еп/Iдел=13.7 кОм. (4.5)

Определяем Еб:

Еб=Еэ+0.7=2.7 В, (4.6)

откуда находим

R2=Еб/Iдел=3.09 кОм; (4.7)

R1=Rдел-R2=10.6 кОм. (4.8)

Расчёт по переменному току.

Определяем сопротивление эмиттерного перехода:

rэ=0.026/Iко=3.71 Ом. (4.9)

Определяем крутизну транзистора:

S=βo/(rб+βo⋅rэ)=0.263 См. (4.10)

Задаём коэффициент регенерации Gр=5.115 и определяем сопротивление управления:

Rу=Gр/S=19.4 Ом(4.11)

Задаём отношение Кос`=C3/C2≤1 – Кос`=1 и вычисляем

Х3==6.23 Ом, (4.12)

откуда

С3=1/(2⋅π⋅f⋅X3)=2.74 нФ;(4.13)

С2=С3/Кос`=2.74 нФ.(4.14)

Ёмкость блокировочного конденсатора определим из формулы:

С1=20/(2⋅π⋅f⋅rэ)=0.1 мкФ.(4.15)

Дроссель Lк рассчитаем по формуле:

Lк=30⋅X3/(2⋅π⋅f)=3.3 мкГн.(4.16)

Дроссель Lб необходим, если не выполняется условие

R1||R2≥30⋅X2 (2.39 кОм>187 Ом).(4.17)

Энергетический расчёт АГ.

Определяем коэффициент Берга γ1(θ)=1/Gр=1/5.115=0.196, находим соответстующий этому значению θ=60° и коэффициенты α1(θ)=0.391 и α0(θ)=0.218 для стационарного режима.

Вычисляем амплитуду импульса коллекторного тока:

Imк=Iко/αо(θ)=32 мА<Imкдоп=40 мА.(4.18)

Определяем амплитуду первой гармоники коллекторного тока:

Iк1=α1(θ)⋅Imк=12.6 мА.(4.19)

Рассчитываем амплитуду напряжения на базе:

Umб=Iк1⋅Rу=0.244 В. 4.20)

Вычисляем модуль коэффициента ОС:

|Кос|=0.952. (4.21)

Находим амплитуду напряжения на коллекторе:

Umк=Umб/|Кос|=0.24/0.993=0.239 В < Еп=12 В(4.22)

(условие недонапряжённого режима).

Определим мощность, потребляемую от источника коллекторной цепью:

Po=Iко⋅Екэ=70 мВт.(4.23)

Мощность, рассеиваемая кварцевым резонатором:

Pкв=0.5⋅rкв⋅(Umб/X2)2=1.53 мВт≤Pквдоп=2 мВт.(4.24)

Мощность, рассеиваемая транзистором

Pк=Po-Pкв=68 мВт<Pкдоп=100 мВт.(4.25)

Оцениваем величину допустимого сопротивления нагрузки из условия, что нагрузка будет потреблять мощность в 10 раз меньше мощности рассеиваемой кварцевым резонатором:

Rндоп≥5⋅Umк2/Pкв=214 Ом.(4.26)

Для уменьшения влияния нагрузки и повышения стабильности частоты целесообразно включение на выходе АГ эмиттерного повторителя (ЭП) (см.рис.6.2).

Рисунок 6.2 – Принципиальная схема эмиттерного повторителя на выходе АГ

По справочникам [5,6] выбираем транзистор ЭП – КТ373Б со следующими параметрами: fт=300 МГц, rб=38 Ом, βo=250, Iкmax=50 мА, Iкmaxи=200 мА, UкэRmax=25 В, Pкmax=150 мВт.

Рассчитываем ЭП аналогично п.3.3. В результате расчёта получаем следующие параметры: Ек=12 В, Uко=6 В, Rб1=15.5 кОм, Rб2=20 кОм.

# Заключение

В результате проделанной работы получили структурную и принципиальную схемы АМ передатчика, рассчитанного на несущую длину волны λ=9 м (f=33.33 МГц), мощностью несущей в антенне 30 Вт.

Модуляция производится путем изменения смещения модулируемого оконечного каскада.

Для питания передатчика требуется 3 источника питания: +28 В – для питания УМК и МК, +12 В – для питания ЭП, умножителя У и АГ, +3 В – для подачи начального смещения на базу транзисторов УМК и МК.

Чертёж контурной катушки ВКС приведён на РТФ КП.723500.001.

Использование транзисторов при конструировании передатчика позволит получить оптимальные массо-габаритные характеристики.

Разработанный передатчик можно использовать в качестве связного.

# Список использованных источников

1 Шумилин М.С, Козырев В.Б., Власов В.А. Проектирование транзисторных каскадов передатчиков. Уч.пособие для техникумов. – М.: Радио и связь, 1987. – 320 с.

2 Проектирование радиопередающих устройств: Уч.пособие для ВУЗов/В.В. Шахгильдян, В.А. Власов, В.Б. Козырев и др.,М.: Радио и связь, 1993. – 512 с.

3 Проектирование радиопередающих устройств на транзисторах: Методические указания к курсовому проектированию/Г.Д. Казанцев, А.Д. Бордус, А.Г. Ильин, Ротапринт ТУСУР, 1987. – 79 с.

4 Радиоприёмные устройства под ред. Жуковского: Уч.издание/ Ю.Т. Давыдов, Ю.С. Данич, А.П. Жуковский и др., М.: Высш.шк., 1989. – 342 с.

5 Полупроводниковые приборы: Транзисторы. Справочник/ В.А. Аронов, А.В. Баюков, А.А. Зайцев и др., М.: Энергоиздат, 1982. – 904 с.

6 Транзисторы для аппаратуры широкого применения: Справочник/ К.М. Брежнева, Е.И. Гантман, Т.И. Давыдова и др., М.: Радио и связь, 1981. – 656 с.