РАДИОМАЯК РСБН-4Н

Антенно-фидерные устройства

Техническое описание т.241.198 ТО

Том I книга 4

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ…………………………………………………………..5

2. АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ

ИЗМЕРЕНИЯ АЗИМУТА…………………………………………………………..14

Назначение, принцип действия и основные технические данные азимутальной антенны……………………………………………………………………………....16

Диаграммы направленности азимутальной антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях………………………………………………………….. 21

Фидерный тракт азимутальной антенны………………………………….……….24

Конструкция азимутальной антенны………………………………….…………...27

Ветровая защита ………………………………………………….………………...28

Антенна опорных сигналов…………………………………….…………………...29

3. АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ……………………………………………………..…………………48

Приемная антенна нижних углов ретранслятора дальномера…………………………………………………………………………. 51

Приемная антенна верхних углов ретранслятора дальномера…………………………………………………………………………..58

Передающая антенна ретранслятора дальномера…………………………….…...62

Элементы фидерных трактов системы измерения дальности…………………………………………………………………………….64

Конструкция приемной антенны нижних углов ретранслятора дальномера…………………………………………………………………………...65

Конструкция приемной антенны верхних углов, передающей антенны ретранслятора дальномера и антенны опорных сигналов……………………………………………………………………………...66

4 . АНТЕННО-ФИДЕРНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЬНО- ВЫНОСНОГО ПУНКТА (КВП)……………………………………………………………….…….89

Антенна КВП……………………………..………………………………………….90

Делитель мощности………………………….……………………………………...91

5. С X Е М Ы :

Функциональная схема антенно-фидерных устройств (рис.52)………………………………………………………………………….……99

Функциональная схема антенно-фвдерных устройств системы измерения азимута (рис.53) ……………………………………………………………………100

Функциональная схема антенно-фидерных устройств системы измерения дальности (рис.54) …………………………………………………………………100

Принципиальная схема приемной антенны нижних углов (рис.55) . . . . . . . . ………………………………………………………………………………….……102

Принципиальная схема приемной антенны

верхних углов (рис.56)……………………………………………………..……...102

Функциональная схема антенно-фидерных устройств КВП (рис.57)……………………………………………………………..……………….103 I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

I.I. Комплексная радиотехническая система РСБН-4Н является дальнейшим развитием системы ближней навигации и посадки самолетов РСБН-2Н.

По принципам, положенным в основу, и строению обе системы аналогичны и состоят из всенаправленного азимутального радиомаяка и дальномера.

Всенаправленный азимутальный радиомаяк и дальномер обеспечивает автоматическую и непрерывную выработку азимута и дальности на борту самолета с точностью:

- по азимуту - + 0,25°

- по дальности - + 200 м + 0,03 % дальности

Измерение азимута и дальности на самолете производится по следующим каналам связи:

а) измерение азимута:

- канал связи "земля-самолет" (передача азимутального сигнала);

- канал связи "земля-самолет" (передача опорных сигналов);

б) измерение дальности:

- канал связи "самолет-земля" (запрос дальномера);

- канал связи "земля-самолет" (ответ дальномера).

Рассмотренные выше задачи выполняются комплексом антенно-фидерных устройств, имеющих соответствующие диаграммы направленности в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

На рис. I, 2, 3, 4 представлены зоны обзора, которые создаются в вертикальной плоскости наземными антеннами радиомаяка.

1.2. Антенные устройства системы обеспечивают сектор обзора до углов места порядка 45°. Для рационального использования мощности передающих устройств в заданном секторе углов обзора антенны имеют в вертикальной плоскости диаграммы направленности специальной форды.

Полностью исключить влияние земли на формирование диаграмм направленности антенн з вертикальной плоскости не представляется возможным. Поле в вертикальной плоскости имеет интерференционную структуру, обусловленную отражением электромагнитных волн от земли и характеризующуюся наличием максимальной и минимальной напряженности поля под разными углами к горизонту. В связи с этим представленные на рис. I, 2, 3, 4 зоны обзора по основным каналам связи существенно отличаются от собственных диаграмм направленности антенн в вертикальной плоскости.

Особенность зоны обзора по каналу приема сигналов самолетного запросчика (см.рис. 3) состоит в том, что требуемый сектор обзора перекрывается с помощью двух приемных антенн: антенны верхних углов и антенны верхних углов.

1.3. Функциональная схема антенно-фидерных устройств системы приведена на рис. 52.

1.4. В системе РСБН-4Н используются то же принципы измерения азимута и дальности, что и в системе РСБН-2Н ,поэтому общее построение антенно-фидерных устройств наземного оборудования осталось прежним.

1.5. Изменения, введенные в состав антенно-фидерной системы, направлены на повышение надежности работы радиомаяка.

1.6. Расширение диапазона рабочих частот вызвало изменение ряда антенных устройств системы.

1.7. Азимутальная антенна всенаправленного радиомаяка заменена новой, более простой конструкцией, которая имеет требуемые диаграммы направленности.

В связи с невозможностью получения стабильных диаграмм направленности в вертикальной плоскости во всем диапазоне рабочих частот системы РСЕН-4Н, осуществляется перестройка антенн (антенны опорных сигналов и антенн дальномера: передавшей и приемной верхних углов) с помощью фазовращателей.

1.8. Повышение надежности системы обеспечивается 100 % резервированием аппаратуры, для чего в фидерных трактах передающих антенн устанавливаются высокочастотные переключатели.

1.9. В процессе разработки системы РСБН-4Н был введен ряд конструктивных усовершенствований:

изменена конструкция ветрозащиты азимутальной антенны, кожухи кольцевых антенн сделаны из стеклотекстолита.

1.10. Антенно-фидерные устройства системы можно разделить на следующие три группы:

а) антенно-фидерные устройства системы измерения азимута (см.рис.53);

б) антенно-фидерные устройства системы измерения дальности (см.рис.54);

в) антенно-фидерные устройства контрольно-выносного пункта (см.рис.57).

Рассмотренная выше классификация была положена в ocнову построения описания антенно-фидерных устройств радиомаяка РСБН-4Н.

1.11. Азимутальная антенна, а также приемные антенны дальномера располагаются непосредственно на аппаратной машине. Приемные антенны дальномера устанавливаются на мачты так, что электрический центр антенны нижних углов находятся на высоте 8,5 м относительно уровня земли, а антенны верхних углов - на высоте 5,7 м.

Для того, чтобы близко расположенные элементы конструкции не влияли на работу антенн, антенна опорных сигналов и передающая антенна дальномера устанавливаются, на некотором удалении от аппаратной машины (антенна опорных сигналов на 25 м, передающая антенна дальномера на 10 м).

1.12. Электрический центр передающей антенны дальномера находится на высоте 5,7 м относительно земли. Конструкция мачты антенны опорных сигналов предусматривает регулировку высоты размещения электрического центра антенны 8 ЕУ 1.241.198 ТО г.1 кн.4

от 3,5 до 5,7 м.

1.13. Выбор высоты установки антенны опорных сигналов определяется рельефом местности в месте установки радиомаяка.

1.14. Антенна контрольно-выносного пункта устанавливается на мачте на удалении 90 м. При этом высота установки антенны может регулироваться от 3-6 м и выбирается в зависимости от условий

2. АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ АЗИМУТА

2.1. В системе РСБН-4Н определение азимута самолета относительно радиомаяка осуществляется методом измерения времени между приемом на борту самолета опорного излучаемого в момент прохождения направленной азимута антенны через северное направление, и сигналом азимутальной антенны, в момент прохождения ее фокальной оси через направление, соответствующее азимуту самолета.

Функциональная схема антенно-фидерных устройств измерения азиата показана на рис. 53.

2.2. Как видно из рис.53 в состав антенных устройств системы входят:

а) направленная азимутальная антенна,

б) антенна опорных сигналов.

2.3. Направленная азимутальная антенна имеет в горизонтальной плоскости узкую двухлепестковую диаграмму направленности с крутыми внутренними фронтами и нулем в направлении фокальной оси антенны.

Узкая диаграмма антенны в горизонтальной плоскости уменьшает возможность искажения диаграммы за счет второго излучения от предметов, находящихся в районе расположения маяка.

Применение в антенне двухлепестковой диаграммы направленности в горизонтальной плоскости дает ряд существенных преимуществ по сравнению с однолепестковой диаграммой. Как показал анализ, проведенный в техпроекте системы РСБН – 4Н, при одном и том же размере антенны в горизонтальной плоскости, крутизна внутренних фронтов двухлепестковой замы на уровне 0,707 от максимального значения напряженности поля в 1,77 раза больше соответствующей крутизны фронтов однолепестковой диаграммы. Увеличение крутизны повышает точность фиксации уровня диаграммы, по 7 определяется момент прохождения азимутальной антенны направления на самолет.

При использовании диаграммы направленности с нулем середине точность определения азимута повышается также счет того, что на форму внутренних фронтов меньше влияет вторичное излучение от корпуса самолета, так как самолет находится в зоне нулевого излучения.

2.4. Антенна опорных сигналов имеет в горизонтальной плоскости ненаправленную характеристику излучения, что обеспечивает возможность ее работы со всеми самолетами, находящимися в зоне действия системы.

В вертикальной плоскости обе антенны имеют диаграммы направленности специального типа.

2.5. В систему измерения азимута входят два фидерных тракта:

а) фидерный тракт азимутальной антенны;

б) фидерный тракт антенны опорных сигналов.

В фидерном тракте азимутальной антенны используется вращающийся переход для соединения вращающейся азимутальной антенны с неподвижным передатчиком, находящимся в аппаратной машине.

Фидерные тракты обеих антенн содержат высокочастотные переключатели дли перехода системы в случае неисправное основного передатчика на резервный.

Высокочастотные соединения в фидерных трактах осуществляются кабелем марки FK-75-I7-3I.

В местах соединений, где конструктивно не удается осуществить соединение кабелем с допустимым радиусом изгиба, в тракт вводятся жесткие уголковые переходы.

Назначение, принцип действия и

основные технические данные

азимутальной антенны

2.6. Азимутальная антенна предназначена для создания вращающейся со скоростью ЮО об/мин, двухлепестковой диаграммы направленности с острым нулем посередине в горизонтальной плоскости ж диаграммы направленности специального типа в вертикальной плоскости.

Общий вид антенны представлен на рис. 5.

Азимутальная антенна представляет собой несимметричную вырезку параболоида вращения, в фокусе которого располагается облучатель. Причем излучающая плоскость теля является нормалью к фокальной оси отражателя. В ней части зеркала установлена изогнутая металлическая пластина, смещенная

вниз относительно фокальной оси на расстояние 260 мм (см.рис.6 ).

Совместно с облучателем металлическая пластина обеспечивает формирование диаграммы направленности специального типа в вертикальной плоскости.

Отражатель азимутальной антенны имеет раскрыв в горизонтальной плоскости - 4000 мм, в вертикальной - 1600 мм I фокусное расстояние - 1200 мм.

Размеры отражателя выбраны таким образом, чтобы получить требуемые диаграммы направленности в горизонтальной I вертикальной плоскостях.

Для уменьшения аэродинамического сопротивления антенны при ее вращении поверхность отражателя выполнена в вице металлической сетки с прямоугольными ячейками 120 х 15 мм, где 15 мм - вертикальный размер ячейки.

При горизонтальной поляризации излучаемого поля величина энергии, проходящей через металлическую сетку, зависит от расстояния между горизонтальными проводниками сетки и длины волны,

При указанных вше размерах и диапазоне волн величина проникающей за сетку мощности не превышает I %.

Формирование двухлепестковой диаграммы направленности антенны в горизонтальной плоскости осуществляется следующим образом;

максимум диаграммы направленности параболического зеркала, облучатель которого вынесен из фокуса в плоскости, перпендикулярной фокальной оси, отклоняется от фокальной оси зеркала в сторону, противоположную смещению

облучателя.

Следовательно, помещай в раскрыве параболического зеркала по обе стороны на одинаковом расстоянии от фокальной оси его два идентичных облучателя, можно получить два индивидуальных луча (диаграммы), отклоненные относительно фокальной оси зеркала на некоторый угол (см.рис.7).

Суммарная диаграмма, формируемая зеркалом с облучателями, получается в результате сложения индивидуальных диаграмм. Запитывая оба облучателя в

противофазе, можно получить результирующую диаграмму, равную разности индивидуальных диаграмм и представляющую собой два узких лепестка с острым нулем посередине.

Крутизна внутренних фронтов результирующей диаграммы зависит от ширины индивидуальных диаграмм и уровня, на котором они пересекаются. При заданном горизонтальном размере отражателя крутизна внутренних фронтов двухлепестковой диаграммы направленности получается наибольшей, когда индивидуальные диаграммы пересекаются на уровне 0,707 от максимальной напряженности поля. Уровень пересечения индивидуальных диаграмм определяется соответствующим подбором расстояния между облучателями.

Для создания двухлепестковой диаграммы направленности в горизонтальной плоскости в азимутальной антенне применяется один двухщелевой противофазный облучатель, общий вид которого приведен на рис.8.

Облучатель представляет собой прямоугольный резонатор, на широкой стенке которого прорезаны две параллельные щели. Для предохранения резонатора от пыли и влаги щели закрываются пластинами из пенополистирола. Для уменьшения обратного излучения к поверхности резонатора, на которой прорезаны щели, прикрепляется экран.

При симметричном возбуждении резонатора мощности, излучаемые щелями, равны.

Возбуждение резонатора осуществляется с помощью зонда, введенного в резонатор со стороны широкой стенки волновода (рис.9).

Резонатор имеет следующие размеры:

1 = 250 мм.

3 = 210 мм

С = 110 мм

Указанные размеры обеспечивают существование в резонаторе волны типа H0II. Размеры и расположение щелей выбраны из условий необходимого согласования в тракте азимутальной антенны и формирования требуемых характеристик излучения зеркала.

Щели расположены по обе стороны средней линии волновода и возбуждаются в противофазе:- направления силовых линий электрического поля на щели показано на рис. 9.

Для улучшения согласования антенны с фидерным тракты в рабочем диапазоне частот в резонаторе на расстоянии “L” от возбуждающего зонда устанавливается индуктивный согласующий штырь. При этом азимутальная антенна обеспечивает коэффициент бегущей волны в диапазоне рабочих частот не ниже 0,8.

В вертикальной плоскости азимутальная антенна имеет диаграмму направленности по форме близкую к диаграмме типа

соsecƟ (где Ɵ - .угол места).

Формирование такой диаграммы направленности в вертикальной плоскости обеспечивается отражателем и изогнутой металлической пластиной. Действие пластины подобно действию мнимых источников. На рис.10 показана схема формирования диаграммы с помощью изогнутой пластины.

На основании принципа зеркального изображения электро - магнитные волны, отраженные от плоской металлической пластины, можно рассматривать как создаваемые источником, положенным под отражающим листом на таком же расстоянии, что и облучатель.

В этом случае принцип формирования диаграммы направленности антенной сводится к действию параболического отражателя: теля с тремя облучателями: реальным, расположенным в фокусе зеркала, и двумя мнимыми, смещенными относительно фокуса на расстояния:

I-й мнимый - на d1 , 2-й мнимый - на d2

Результирующая диаграмма направленности зеркала по чается как результат сложения трех одиночных лучей, создаваемых, совместно с зеркалом, каждым из облучателей в отдельности (см.рис.II).

Мнимые источники создают лучи, отклоненные от фокальной оси зеркала вверх на некоторые углы в Ɵ1 и Ɵ2.

Углы отклонения лучей и их интенсивность определяют расстоянием отражающих пластин от фокуса зеркала ( d1 / 2 и d2 / 2) и их наклоном к фокальной оси.

Отражающая пластина (см. рис. 12) состоит из двух элементов: плоской горизонтальной части АВ, смещенной относительно фокальной плоскости на расстояние 260 мм и изогнутой части пластаны (ОА). Сечение изогнутой части пластины горизонтальной плоскостью (по кривой СI AI ДI) представляет собой параболу с фокусом 1200 мм.

Угол между плоской и изогнутой частями пластины по всей поверхности их соприкосновения постоянен.

Антенна устанавливается на кузове аппаратной машины. Высота электрического центра антенны равна 3,7 м.

Коэффициент усиления азимутальной антенны равен = 150.

Диаграммы направленности азимутальной антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях

2.7. На рис. 14 построена диаграмма направленности азимутальной антенны в горизонтальной плоскости, измеренная на средней частоте рабочего диапазона.

Диаграмма имеет двухлепестковый характер с нулем в направлении фокальной оси отражателя.

Ширина каждого из лепестков диаграммы на уровне 0,707 от максимальной напряженности поля равна 4° 15'; угол между максимумами лепестков составляет 8°, а уровень боковых лепестков не превышает 15 % от максимального значения напряженности поля.

В вертикальной плоскости азимутальная антенна имеет диаграмму направленности специальной формы.

На рис. 15 построена диаграмма направленности антенны в вертикальной плоскости, измеренная на средней частоте

рабочего диапазона.

В вертикальной плоскости антенна обеспечивает обзор до углов места порядка 50°.

2.8. Распределение поля в вертикальной плоскости существенно отличается от собственной диаграммы направленности антенны. Это объясняется тем, что поле в вертикальной плоскости создается как прямым лучом от источника электро-магнитных волн в точку приема, так и лучом, отраженным от земной поверхности (см.рис.16).

Если прямой и отраженный лучи приходят в точку приема в фазе, то в этой точке создается увеличение интенсивности п ля по сравнению с той, которая создается в этом направлении собственно антенной.

Если под некоторым углом к горизонту прямой и отраженный лучи приходят в противофазе, то в этом направлении наблюдается резкое ослабление поля. Причем, в тех точках, где интенсивность прямого и отраженного лучей равны, а фазы отличается на 180°, результирующая напряженность поля падает до нуля.

2.9. Для обеспечения непрерывной зоны обзора необходимо, чтобы интенсивность прямого луча превышала интенсивность луча, отраженного от земли. Это достигается подъемом максимума диаграммы направленности антенны на некоторый угол “α” относительно уровня горизонта (см. рис. 16).

В этом случае во всех направлениях интенсивность поля прямого луча превышает интенсивность поля луча, отраженного от земли.

Как видно из рисунка 16, в точке приема происходит сложение полей, создаваемых антенной в направлениях, соответствующих углу “φ” над горизонтом и такому же углу “φ” ниже линии горизонта. При этом напряженность поля, которая создается антенной в направлении утла ниже уровня горизонта, равна интенсивности поля отраженного от земли луча.

При горизонтальной поляризации излучаемого поля под малыми углами к горизонту коэффициент отражения от земли считается равным - I.

2.10. Результирующее поле в точке приема определяется как сумма векторов напряженности полей, создаваемых прямым и отраженным от земли лучами. Результирующая диаграмма направленности антенны с учетов влияния земли носит интерференционный характер. В направлениях максимальных и минимальных значений поля интерференционной диаграммы, прямой и отраженный лучи приходят, соответственно, в фазе или противофазе. Суммарное поле определяется в результате векторного сложения напряженности полей, создаваемых в этих направлениях прямым и отраженным лучами.

2.11. При заданных высоте подвеса антенны и диапазоне волн интенсивность поля в минимуме интерференционной диаграммы зависит от крутизны переднего фронта собственной диаграммы направленности антенны и угла подъема максимума диаграммы, т.е. уровня, на котором собственная диаграмма антенны пересекается с землей.

При заданных высоте подвеса и ширине собственной диаграммы направленности антенны, с увеличением угла подъема максимума диаграммы относительно горизонта увеличивается интенсивность поля в минимуме, но при этом уменьшается дальность: действия антенны под малыми углами.

2.12. Обычно угол подъема максимума диаграммы направленности над уровнем земли берется таким образом, что пересечение диаграммы направленности антенны с землей происходит на уровне 0,707 от максимальной напряженности поля.

Азимутальная антенна устанавливается таким образом, 1 максимум диаграммы направленности ее поднят на угол 6 относительно уровня земли.

Фидерный тракт азимутальной антенны

2.13. Основными элементами фидерного тракта азимутальной антенны являются вращающийся переход и высокочастотный переключатель. Вращающийся переход связывает азимутальную антенну, вращающуюся со скоростью 100 об/мин, с неподвижным передатчиком, размещенным в аппаратной машине.

2.14. Высокочастотный переключатель предназначен для переключения азимутальной антенны с основного передатчика на резервный.

В данном случае для переключения каналов используете: переключатель, выполненный на полосковой линии, основные размеры которой показаны на рис. 17.

На рис. 18 приведено схематическое изображение переключателя.

Переключатель состоит из двух параллельных металлических пластин, между которыми помещен внутренний проводник полосковой линии.

Переключатель состоит из 2 параллельных металлических пластин, между которыми помещен внутренний проводник полосковой линии. Центральная часть полосковой линии вращается относительно оси, проходящей через точку 0.

Переключение каналов осуществляется за счет переброса внутреннего проводника подвижной части переключателя из одного положения в другое. При этом происходит подключение внутреннего проводника подвижной части полосковой линии к внутреннему проводнику выхода и одного из входов переключателя.

Внутренний проводник подвижной части полосковой линии укрепляется на изоляторах. Выходы и входы переключателя имеют сечение 30 x 8.6 мм.

Переключение каналов происходит при подаче соответствующих управляющих напряжений на электрическую схему, которая приводит в действие электродвигатель, осуществляющий поворот подвижной части до соединения внутренних проводников неподвижной и вращающейся частей переключателя.

На рис.19 представлен общий вид высокочастотного переключателя.

Переключатель обеспечивает развязку между каналами 35 дб и коэффициент бегущей волны не менее 0,9 в диапазоне частот.

2.15. Вращающийся переход является переходом коаксиального типа. Общий вид вращающегося перехода азимутальной антенны дан на рис. 20.

На рис.21 представлена принципиальная схема вращающегося перехода.

Как видно из рис. 21 связь между подвижной и неподвижной частями вращающегося перехода осуществляется подключением последовательно с коаксиальной линией в месте разрыва дроссельной секции, обеспечивающей малое сопротивление в разрыве.

Дроссельные секции представляют собой либо замкнутый на конце отрезок полуволновой коаксиальной линии, либо отрезок разомкнутой линии в четверть волны.

В данном случае для соединения внешних проводников коаксиальной линии используется соединение первого типа, а для внутренних проводников – второго типа.

Размеры дроссельных пазов подбираются таким образом, чтобы в точках разрыва коаксиальной линии (точки l и f) входное сопротивление было равно 0. В этом случае размеры дроссельных секций составляют:

ab + bc + dl = /2 , (1)

qf = hi = λ/4 , (2)

Где λ – длина волны

Фидерный тракт азимутальной антенны выполнен из кабеля РК – 75 -17 -31. Так как этот кабель позволяет осуществлять изгибы только большого радиуса, что неудобно конструктивно, в тракт вводятся фидеры уголковые с поворотом на 90° и 180° (см. рис. 22) и фидер прямой.

Конструкция азимутальной антенны.

2.16. Азимутальная антенна (см. рис. 5) представляет собой несимметричную вырезку параболоида вращения со следующими размерами:

- горизонтальный раскрыв – 4000 мм,

- вертикальный раскрыв – 1600 мм,

- фокусное расстояние – 1200 мм.

Отражатель антенны выполнен сетчатым с размерами ячеек 120 x 15 мм. Ячейки выполняются из проволоки 1,6 мм, которая укладывается на поперечные пластины, расположенные одна от другой на расстоянии 120 мм.

Сетка отражателя крепится на ферме из труб. Для удобства эксплуатации отражатель выполнен разборным и состоит из 3х частей ( центральной и двух боковых).

Крепление боковых частей к центральной производится при помощи накидных замков с направляющими кольцами.

2.17. Облучатель антенны состоит из отрезка волновода с двумя щелями и пластины специальной формы.

Облучатель установлен на ферму пластины на двух кронштейнах.

Пластина специальной формы устанавливается в нижней части отражателя, причем горизонтальная часть пластины расположена на расстоянии 260 мм ниже фокальной оси.

Для удобства укладки пластина и ферма выполняются разборными из 3 частей, скрепленных между собой накидными замками.

2.18. Азимутальная антенна устанавливается на кронштейн колонны привода и вращается со скоростью 100 об/ мин.

Внутри колонны привода азимутальной антенны устанавливается вращающийся переход, который соединен с облучателем антенны кабелем РК -75 -17 -31.

Ветровая защита

2.19. Ветрозащитное устройство служит для защиты антенны от ветровых нагрузок, атмосферных осадков, гололеда и т.п.

Устранение ветровых нагрузок на антенну снижает мощность приводных двигателей и повышает точность стабилизации скорости вращения антенны.

Ветровая защита выполнена в виде бескаркасной оболочки каплевидной формы из радиопрозрачного сотового материала толщиной 8 мм.

Ветровая защита состоит из 15 элементов двойной кривизны (12 элементов составляют центральную часть и 3 элемента – верхний конус).

Отдельные элементы ветровой защиты соединяются между собой клиновидными замками и защелками.

Стыки элементов уплотняются прокладками из морозостойкой губчатой резины.

Для удобства сборки элементы имеют ручки.

Оболочка крепится к верхнему угольнику основания ветровой защиты невыпадающими болтами.

В полу основания ветровой защиты имеется люк для доступа к антенне.

На рис. 23, 24 представлен общий вид ветровой защиты и ее элементы.

Антенна опорных сигналов

2.20. Антенна опорных сигналов предназначена для излучения последних в пространство и обеспечивает в вертикальной плоскости перекрытие до 45° и более по углу места.

Для того, чтобы обслуживать все самолеты, находящиеся в зоне действия маяка, антенна опорных сигналов имеет в горизонтальной плоскости круговую диаграмму направленности.

Ввиду одинаковых требований и из соображений унификации антенна опорных сигналов была сделана совершенно аналогичной передающей антенне ретранслятора дальномера.

Указанные выше антенны отличаются лишь диаметром излучателей и расстоянием между ними, что обусловлено работой в различных диапазонах частот.

При этом диаметр излучателя антенны опорных сигналов равен 150 мм.

В связи с идентичностью антенн вопросы конструкции , принципа действия, метод формирования диаграммы направленности будут изложены в следующей главе применительно к передающей антенне ретранслятора дальномера и приемной антенне верхних углов.

Фидерные тракты антенн опорных сигналов и передающей ретранслятора дальномера также идентичны и будут рассмотрены там же.

Рис.5. Азимутальная антенна.

Рис.6. Схематическое изображение азимутальной антенны.

Рис.7. Принцип формирования двухлепестковой диаграммы направленности в параболическом зеркале.

Рис.8. Двухщелевой противофазный облучатель.

Рис.9. Схема двухщелевого противофазного облучателя.

Рис.10. Схема формирования диаграммы с помощью изогнутой пластины.

Рис.11. Принцип формирования диаграммы с помощью изогнутой пластины.

Рис.12. Отражающая пластина.

Рис.14. Диаграмма направленности азимутальной антенны в горизонтальной плоскости.

Рис.15. Диаграмма направленности азимутальной антенны в вертикальной плоскости.

Рис.16.Влияние земли на формирование диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости.

b = 30 мм – расстояние между заземленными пластинами.

w = 12 мм – Ширина внутреннего проводника

t = 8 мм - Толщина внутреннего проводника

Рис.17. Поперечное сечение полосковой линии

1.- неподвижная часть переключателя.

2. – подвижная часть переключателя.

3.- внутренний проводник неподвижной части.

4.- внутренний проводник подвижной части.

5.- Полистироловые изоляторы.

Рис. 18. Схематическое изображение переключателя.

Рис.19. Высокочастотный полосковый антенный переключатель.

Рис.20. Вращающийся переход.

Рис.21. Принципиальная схема вращающегося перехода.

Рис.22. Фидеры уголковые с поворотом на 90° и 180°

Рис.23. Ветровая защита.

Рис.24. Элементы ветровой защиты.

Ц

3. АНТЕННО ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ

3.1. В системе РСЕН-4Н измерение дальности самолета до маяка производится методом измерения времени между излучением запросного импульса и приемом на борту самолета ответного импульса от ретранслятора дальномера.

Функциональная схема антенно-фидерных устройств системы измерения дальности приведена на рис. 54

В состав антенных устройств системы измерения дальности входят:

а) две приемные антенны ретранслятора дальномера;

б) передающая антенна ретранслятора дальномера.

Для приема сигналов самолетного запросчика используются две приемные антенны каждая из которых работает на свой приемник.

Применение двух антенн связано с необходимостью перекрыть требуемую зону обзора в вертикальной плоскости.

3.2. Антенна нижних углов предназначена для обеспечения требуемой дальности под малыми углами к горизонту. Увеличение дальности под малыми углами к горизонту достигается за счет увеличения высоты подвеса антенны, но при этом возрастает глубина первого провала интерференционной диаграммы. Для перекрытия первого интерференционного провала антенны нижних углов и обеспечения зоны обзора по углу места до 45 используется приемная антенна верхних углов. Высоты электрических центров антенн взяты такими, что центр антенны нижних углов находится на высоте 8,5 м от земли, а антенны верхних углов - 5,7 м.

При таком выборе высот электрических центров антенн обеспечивается взаимное перекрытие интерференционных провалов.

3.3. Положение максимумов и минимумов интерференционной диаграммы направленности антенны зависит от высоты подвеса антенны и длины волны, и определяются из следующих соотношений:

, n = 0; 1 ; 2 (3)

Где - - углы места, под которыми наблюдаются максимумы интерференционной диаграммы антенны;

- углы, соответствующе минимумам интерференционной диаграммы;

h - высота подвеса антенны;

λ - длина волны.

При указанных высотах подвеса в диапазоне волн максимумы интерференционной диаграммы соответствуют углам:

а) для антенны нижних углов 40\*; 2°; 3°20 ; 4°40 ;

6° и т.д.

б) для антенны верхних углов 1°: 3°; 5°; 7°;

9° и т.д.

Минимум интерференционной .диаграммы соответствуют

углам: 0

а) для антенны нижних углов 0°; I 40; 4 ;

5°20;

б) для антенны верхних углов 0°; 2°; 4°; 6°; 8°ж т.д.

3.4. Для передачи ответного импульса на салю лет используется одна антенна, имеющая в вертикальной плоскости диаграмму направленности специальной формы.

3.5. В горизонтальной плоскости все антенны, входящие в состав ретрансляторе дальномера, имеют ненаправленные

характеристики излучения.

3.6. По конструкции все антенны, а также антенна опорных сигналов, относятся к типу линейных антенн, состоящих из вертикального ряда трехвибраторных излучателей.

С помощью таких антенн невозможно получить стабильные диаграммы направленности в диапазоне рабочих частот системы РСЕН-4Н, поэтому предусматривается перестройка антенн по частотному диапазону.

Перестройка антенн осуществляется с помощью фазовращателей, которые имеются у приемной антенны верхних углов, передающей антенны ретранслятора дальномера и у антенны опорных сигналов. Положение фазовращателей при переходе с канала на казал у передающей антенны ретранслятора дальномера и антенны опорных сигналов выбирается по графику, приложенном к формуляру на изделие.

3.7. Приемные антенны нижних и верхних углов установлены на кузове аппаратной машины, а передающая антенна ретранслятора дальномера расположена на расстоянии 10—II м от аппаратной машины.

3.8. В систему измерения дальности входят фидерные

тракты :

а) фидерный тракт передающей антенны ретранслятора

дальномера;

б) два фидерных тракта приемных антенн ретранслятора дальномера.

Высокочастотные соединения трактов приемных антенн осуществляются кабелем марки РК-75-9-I3.

В фидерный тракт передающей антенны ретранслятора дальномера входит высокочастотный переключатель, предназначенный для переключения антенны с основного передатчика на резервный. Все соединения элементов тракта выполняются кабелем марки РК-75-I7-8I.

Приемная антенна нижних углов

ретранслятора дальномера

3.9. Приемная антенна нижних углов предназначена для создания узкого луча в вертикальной плоскости» обеспечивающего прием сигналов самолетного запросчика под малыми углами к горизонту. Общий вид антенны показан на рис.25.

Антенна представляет собой ряд из восьми трехвибраторных излучателей.

Для защиты от воздействия влаги и пыли антенна заключена в кожух из стеклотекстолита.

Этот материал обладает очень высокой механической прочностью, что выгодно отличает его от органического стекла, которое применялось для кожухов кольцевых антенн системы

РСБН-2Н, Стеклотекстолит имеет удовлетворительные электрические характеристики в рабочем диапазоне частот.

В горизонтальной плоскости трехвибраторные излучатели создают ненаправленное излучение с горизонтальной поляризацией.

3.10. Конструктивно трехвибраторный излучатель выполнен в виде трех изогнутых по окружности полуволновых вибраторов. 4

Общий вид трехвибраторного излучателя приведен на рис.26. Основным элементом такого излучателя является вибратор, возбуждаемый трехпроводной линией (см.рис.27).

Средний проводник линии служит зондом, который связывает вибратор с питающей коаксиальной линией.

По форме и размерам все три полуволновых вибратора, которые составляют кольцевой излучатель, совершенно одинаковы, этим обеспечивается одинаковое возбуждение их и симметричная диаграмма направленности кольца в горизонтальной плоскости.

3.11. По принципу действия описанные выше кольцевые излучатели аналогичны магнитному диполю. В идеальном случае такой излучатель можно рассматривать как кольцо с равномерно распределенным по окружности током. Практически в трехвибраторном излучателе не получается равномерного распределения тока по кольцу (см.рис.28).

В связи с этим диаграмма направленности трехвибраторного излучателя в горизонтальной плоскости несколько отличается от круга и характеризуется коэффициентом неравномерности:

(5)

где - Emin - минимальное значение напряженности электрического поля в горизонтальной плоскости;

Еmax - максимальное значение напряженности электрического поля.

На рис.29 представлена диаграмма направленности трехвибраторного излучателя на средней частоте рабочего диапазона.

3.12. Ввиду сложности теоретического расчета» основные размеры кольцевого излучателя подбираются экспериментально. Диаметр кольца выбирается с точки зрении обеспечения необходимого согласования в диапазоне частот и требуемой равномерности диаграммы направленности антенны в горизонтальней плоскости. Диаметр трехвибраторных излучателей приемных антенн нижних и верхних углов ретранслятора дальномера равен 184 мм.

Для повышения широкополосности кольцевые излучатели, примененные в системе РСБН-4Н, сделаны по толщине в 3 раза больше» чем аналогичные излучатели системы РСЕН-2Н. При этом, в диапазоне частот они обеспечивают коэффициент бегущей волны в питающем кабеле не ниже 0,7.

3.13. Принципиальная схема антенны нижних углов приведена на рис. 55.

Как видно из рисунка, восемь трехвибраторных излучателей вертикального ряда расположены на расстоянии 0,88 друг от друга.

С помощью кабеля PK-75-4-I1 ко всем излучателям подводится одинаковая мощность.

Раздельное питание трехвибраторных излучателей осуществляется с помощью делителя мощности, общий вид которого показан на рис. 30.

На рис.31 представлена принципиальная схема делителя мощности на восемь направлений.

Согласование антенны нижних углов с питающей линией в диапазоне рабочих частот осуществляется за счет четвертьволнового трансформатора, установленного на входном канале делителя мощности.

3.14. При синфазном возбуждении элементов ряда и одинаковой мощности, подводимой к каждому из излучателей, ширина диаграммы направленности антенны зависит от длины ряда, т.е. количества излучателей и расстояния между ними.

При выбранных размерах ширина диаграммы направленности антенны нижних углов в вертикальной плоскости составляет 7° на уровне 0,707 от максимальной напряженности поля.

Диаграмма направленности антенны нижних углов ретранслятора дальномера в вертикальной плоскости, измеренная на средней частоте рабочего диапазона, приведена на рис.32.

3.15. Диаграммы направленности антенн в дециметровом диапазоне волн имеют интерференционный характер, обусловленный отражением электромагнитных волн от земли.

При этом в одних направлениях получается увеличение интенсивности поля, а в других - резкое ослабление поля.

Для того, чтобы в результате сложения прямого и отраженного от земли лучей не создавалось нулевых провалов в

интерференционной диаграмме антенны, максимум диаграммы направленности поднимается на определенный угол относительно горизонта.

При увеличении угла подъема максимума диаграммы направленности антенны относительно горизонта уменьшается глубина провалов, но одновременно с этим падает дальность действия антенны под . малыми углами.

Обычно угол подъема максимума диаграммы направленности антенн берется равным половине ширины луча на уровне 0,707 от максимальной напряженности поля.

3.16. Основное назначение антенны нижних углов состоит в том, чтобы обеспечивать дальность под малыми углами к горизонту. В данном случае максимум диаграммы направленности антенны был поднят на угол, меньший, чем половина ширины луча антенны по уровню 0,707 от максимальной напряженности поля.

При этом увеличилась крутизна переднего фронта, т.е. дальность под малыми углами к горизонту.

Некоторое уменьшение поля в направлении первого интерференционного провала не имеет существенного значения, так как прием сигналов самолетного запросчика в этом направлении осуществляется с помощью антенны верхних углов.

3.17. Максимум диаграммы направленности антенны нижних углов поднят на угол 2 ± 0,25° относительно горизонта (см. рис. 32).

Отклонение максимума диаграммы направленности от нормали к антенне достигается изменением фазы питания излучателей вдоль ряда по линейному закону.

При этом, если фазу питания первого излучателя сверху принять равной , то фаза питания каждого следующего излучателя отличается от предыдущего на величину , т.е.

= - , (6)

= - = - 2 , (7)

= – (n-1) , (8)

Где , … -фазы соответствующих излучателей ряда.

При прочих равных условиях, в случае линейного распределения фаз вдоль ряда, диаграмма направленности антенны имеет тот же характер, что и при синфазном возбуждении ряда. Разница в том, что максимум луча антенны отклонен от нормали к антенне на некоторый угол

Угол отклонения максимума луча ст нормали зависит от разности фаз питания отдельных излучателей ( ).

Изменение фазы питания элементов ряда осуществляется укорочением кабелей, идущих от делителя мощности к кольцевым излучателям.

3.12. Длины кабелей подбираются таким образом, чтобы I создать линейное изменение фаз питания излучателей вдоль ряда.

При этом, если длина кабеля, идущего к излучателю, составляет ,то длины кабелей идущих ко второму, третьему я т.д. излучателям соответственно равны:

= - , (9)

= - = - 2 , (10)

= – (n-1) , (11)

Укорочение кабеля необходимое для обеспечения угла подъема луча антенны относительно горизонта, определяется из следующего выражения:

= (n-1) sin (12)

где n - номер излучателя, считая сверху;

- d - расстояние между излучателями ряда;

- - угол подъема луча относительно горизонта;

- Е - диэлектрическая проницаемость изоляции кабеля.

При = 2°; d = 0,88А ;

= 8 мм.

3.13. Антенна низших углов устанавливается на мачте, закрепленной на аппаратной машине, таким образом, что электрический центр антенны находится на высоте 8,5 м относительно земли.

Усиление антенны ~ 12.

3.14. Фидерный тракт антенны нижних углов, идущий от выхода антенны до ввода в аппаратную машину, а также внутри машины выполнен кабелем PK-75-9-I3,

Кабель FK-75-9-I3 имеет затухание порядка 0,12 дб/м и создает незначительные потери мощности в тракте.

Приемная антенна верхних углов

ретранслятора дальномера

3.21. Приемная антенна верхних углов ретранслятора дальномера предназначена для создания диаграммы направленности специального типа в вертикальной плоскости и обеспечивает прием сигналов самолетного запросчика в зоне углов места до 45 градусов.

Общий вид антенна показан на рис. 33.

Антенна верхних углов состоит из вертикального ряда 9 трехвибраторных излучателей. Между 5 ж 6 излучателями устанавливается проволочный экран диаметром I ш

Антенны заключаются в кожух из стеклотекстолита.

3.22. В горизонтальной плоскости антенна верхних углов обеспечивает диаграмму направленности, близкую к кругу.

Конструкция ж размеры отдельных трехвибраторных излучателей также же, как и у приемной антенны нижних углов.

В вертикальной плоскости антенна верхних углов формирует диаграмму направленности специальной формы.

Принципиальная схема антенны верхних углов приведена ка рис. 56.

3.23. Антенна состоит из двух частей: ряда из 8 трехвибраторных излучателей и одиночного трехвибраторного излучателя с экраном.

С помощью кабелей Ш-75-4-П к излучателям ряда подводится одинаковая мощность через делитель мощности на 8 направлений. К центральному (пятому) излучателю мощность подводится отдельно по кабелю РК-75-4-TI.

3.24. Мощность передатчика, поступающая в антенну делится между рядом из 8 излучателей ж одиночным излучателем с экраном поровну.

Деление мощности между отдельным излучателем и рядом из 8 излучателей обеспечивается с помощью делители мощности на 2 направления, общий вид которого показан на рже. 34.

На рже.35 представлена принципиальная схема такого делителя.

Вход делителя выполнен под кабель PK-75-9-I3.

Во входном канале делителя на два направления устанавливается четверть-волновый трансформатор для согласования антенны с питающем фидером в диапазоне рабочих частот.

3.25. Для получения стабильной диаграммы направленности специальной формы дли кольцевых антенн в диапазоне рабочих частот систем РСБН-4Н осуществляется перестройка антенн с помощью фазовращателей.

Общий вид фазовращателя приведен на рис.39 к принципиальная схема на рис.37.

Перестройка кольцевых антенн производится в процессе работы очень редко, поэтому используется фазовращатель контактного типа, представляющий собой отрезок коаксиальной линии, внутренний и внешний проводники шторой перемещаются друг относительно друга.

Ори таком перемещении изменяется длина фидерного тракта, идущего от делителя мощности на два направления к раду 1 из 8 излучателей и, соответственно, меняется соотношение фаз питания ряда и одиночного излучателя с экраном.

3.26. Соотношение максимумов диаграмм направленности ряда из 8 излучателей и излучателей с экраном зависит от распределения мощности между ними и их коэффициентов усиления. В излучатель с экраном идет половина всей подводимой мощности, ио максимальное значение амплитуды поля» создаваемого антенной приставкой, значительно меньше, чем амплитуда поля ряда, так как коэффициент усиления антенной прист хи значительно нике, чем ряда из 8 излучателей.

На рис. 38 приведена диаграмма направленности трехвибраторного излучателя, расположенного над экраном на ник половины средней длины волны рабочего диапазона.

Из приведенной на рис. 56 схемы антенны вершах углов видно, что антенная приставка расположена в электрическом центре ряда из 8 излучателей.

3.27. Результирующая диаграмма направленности антенны представляет собой векторное сложение диаграмм ряда из 8 излучателей и одиночного излучателя с экраном. Поле, создаваемое антенной в окружающем пространстве, равно векторной схеме напряженностей полей, создаваемых в соответствующих направлениях рядом из 8 колец и антенной приставкой с учетом их фаз.

3.28. На рис.39 изображен принцип формирования диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости.

На рис.40 показана диаграмма направленности антенны верхних углов в вертикальной плоскости, измеренная на средней частоте рабочего диапазона.

Для того, чтобы в интерференционной диаграмме антенны не было глубоких провалов, максимум диаграммы направленности антенны верхних углов поднят на угол 3,5° по отношение к уровни земли.

Подъем максимума диаграммы направленности антенны осуществляется так же, как и для антенны нижних углов. Кабели, идущие от делителя мощности на 8 направлений к 1,2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 излучателям, выбираются такой дайны, чтобы обеспечить линейное изменение фазы питания элементов ряда. При этом следует учитывать, что расстояние между 4 и 6 кольцевыми излучателями равно 1,75А

3.29. Антенна верхних углов устанавливается на аппарат! малине, при этом ее электрический центр находится на высоте 5,7 м относительно земли.

3.30. Фидерный тракт антенны верхних углов выполнен из кабеля PK-75-3-I3.

Передающая антенна ретранслятора

дальномера

3.31. Передающая антенна ретранслятора дальномера предназначена для создания диаграммы направленности специального типа, обеспечивающей в вертикальной плоскости зону обзора до 45 .

Общий вид антенны представлен на рис.41.

Пo конструкции и принципу работы передающая антенна ретранслятора дальномера аналогична приемной антенне верхних углов.

Антенна состоит из ряда 9 трехвибраторных излучателей. Между 5 и 6 излучателями находится проволочный экран диаметром I м.

Расстояние между излучателями ряда равно 0,75/ , расстояние от экрана до 5-го и 6-го излучателей антенны составляет 0.5Д . Мощность к 8 излучателям ряда (I, 2, 3,4, 5,6,7,8,9) подводится от делителя мощности на 8 направлений с помощью кабелей РК~75-4-П. Мощность к 5-му излучателю подводится отдельно кабелем FK-75-9-I3.

В отличие от антенны верхних углов мощность, подводимая к антенне, распределяется между рядом из 8 излучателей и одиночным излучателем с экраном таким образом, что в одиночный излучатель с экраном поступает 2/3 всей мощности.

Деление мощности рядом из 8 излучателей и одиночным излучателем осуществляется с помощью делителя мощности на два направления.

На рис. 42 представлена принципиальная схема такого делителя.

3.32. Делитель мощности представляет собой коаксиальный тройник, отводы которого имеют разные волновые сопротивления. Волновые сопротивления четвертьволновых участков ("аб" и "бс") подобраны так, чтобы сопротивления нагрузок, включенные в точках "а" и "с" тройника, пересчитанные в точку разветвления "б", обеспечивали деление мощности 1:2. При этом мощности, идущие в каналы I и 2 тройника (PI и Р2) связаны с волновыми сопротивлениями отводов ( р< и р2 ) следующим соотношением:

=

Вход делители мощности на два направления выполнен под кабель PK-75-I7-3I.

Аналогичный делитель мощности используется ж в антенне опорных сигналов системы измерения азимута.

3.33. Диаметр трехвибраторного излучателя передающей антенны ретранслятора дальномера равен 144 ми.

3.34. Диаграмма направленности передающей антенны ретранслятора дальномера в вертикальной плоскости, измеренная на средней частоте рабочего диапазона, приведена на рис. 43. Идентичную диаграмму направленности имеет и антенна опорах сигналов. Обе антенны (передающая дальномера и опорных сигналов) устанавливаются на мачтах на расстоянии от аппаратной машины (передавшая дальномера - 10 м, опорных сигналов -25м). Электрические центры обеих антенн находятся на высоте 5,7 м относительно уровня земли.

Фидерные тракты обеих антенн также одинаковы.

Элементы Фанерных трактов системы

измерения дальности

3.35. Одним из основных элементов фидерного тракта передающей антенны ретранслятора дальномера, а также и антенны опорных сигналов является высокочастотный переключатель.

Назначение, конструкция и принцип действия переключатели являются аналогичными высокочастотным переключателям фидерных трактов азимутальной антенны и антенны опорных сигналов.

3.36. В фидерные тракты приемных антенн ретранслятора Дальномера входят фильтры нижних частот.

Фильтр нижних частот служит для защити входных цепей приемника от воздействия высокочастотного сигнала передающей антенны ретранслятора дальномера.

В данной системе применен фильтр из коротких отрезков линий со следующими техническими характеристиками:

а) потери в полосе пропускания фильтра

не более 1,5 дб,

б) затухание в полосе запирания фильтра не менее 20 дб.

Приближенная эквивалентная схема звена фильтра приведена на рже. 44.

Исходя из требуемо! крутизны спада частотной характеристики, фильтр состоит из шести последовательно соединенных

звеньев.

Конструктивно фильтр низших частот выполнен из отрезков линий передач с высоким и низким волновым сопротивлениями, Внешний вид фильтра нижних частот приведен на рис.45.

Конструкция приемной антенны нижних

углов ретранслятора дальномера

3.37. Приемная антенна нижних углов представляет собой конструкцию, состоящую из 8 трехвибраторных излучателей и, соответственно, 8 коаксиальных возбудителей, расположенных один над другим и соединенных между собой трубками из дюралюминия, С помощью кабелей PK-75-4-II трехвибраторные излучатели запитываются от делителя мощности на 8 направлений, установленного на нижнем фланце антенны.

Антенна заключена в кожух из стеклотекстолита. Внутренняя, диаметр цилиндрической трубы кожуха равен 188мм.

Нижний фланец антенны служит для крепления антенны на мачте и имеет выход для подключения кабеля РЕ-75-9-13.

Под радом излучателей помещается барабан, служащий для намотки кабелей, идущих от кольцевых излучателей к делителю мощности.

Ряд излучателей, соединенных дюралюминиевыми трубками, в верхней части антенны крепится с помощью втулки к верхнему фланцу антенны, в нижней части - к барабану.

Конструкция приемной антенны верхних углов. передающей антенны ретранслятора дальномера и антенны опорных сигналов

3.38. Приемная антенна верхних углов, передающая антенна дальномера и антенна опорных сигналов представляют собой конструкции, состоящие из 9 трехвибраторных излучателей, расположенных один над другим, соединенных трубой из дюралюминия и заключенных в кожух из стеклотекстолита. В этом же кожухе в нижней расширенной по диаметру части укреплены на кронштейнах два делителя мощности и фазовращатель. Ручка управления фазовращателя выходит на основание антенны и закрывается крышкой.

Между 5 и 6 излучателями находится экран, выполненный в виде металлического диска, на одном уровне с которым на внешней стороне кожуха прикреплен кольцевой экран из круговых рядов проволоки диаметром 1,6 мм.

Через делитель мощности 8 излучателей антенны запитываются с помощью кабелей FK-75-4-II. Трехвибраторный излучатель, расположенный над экраном (5) в приемной антенне верхних углов запитывается также кабелем НС-75-4-II, а в антенне опорных сигналов и в передающей антенне ретранслятора дальномера -

кабелем РК-75-9-13.

Под рядом излучателей помещается барабан для намотки кабелей, идущих от излучателей.

Нижний фланец барабана служит для крепления антенн к мечте. Он имеет выход для подключения высокочастотного кабеля РК-75-9-13 для приемных антенн, а для антенн дальномера и опорных сигналов-кабеля РК-75-17-31.

Рис. 25. Антенна нижних углов.

Рис.26. Трехвибраторный излучатель.

Рис. 27. Вибратор возбуждаемый трехпроводной линией.

Рис. 28. Распределение тока по окружности трехвибраторного узлучения.

Рис. 29. Диаграмма направленности трехвибраторного излучателя в горизонтальной плоскости.

Рис.30. Делитель мощности на 8 направлений.

Рис.31. Принципиальная схема делителя мощности на 8 направлений.

Рис.32. Диаграмма направленности приемника антенны нижних углов в вертикальной плоскости.

Рис.33. Антенна верхних углов.

Рис.34. Делитель мощности антенны верхних углов.

Рис.35. Принципиальная схема делителя мощности антенны верхних углов

Рис.36. Фазовращатель.

Рис.37. Принципиальная схема фазовращателя.

Рис.38. Диаграмма направленности трехвибраторного излучателя с экраном.

Рис.39. Принцип формирования диаграммы направленности антенны верхних углов в вертикальной плоскости.

Рис.40. Диаграмма направленности в вертикальной плоскости приемной антенны верхних углов.

Рис.41. Передающая антенна ретранслятора дальномера.

Рис.42. Принципиальная схема делителя мощности передающей антенны ретранслятора дальномера.

Рис.43. Диаграмма направленности в вертикальной плоскости передающей антенны ретранслятора дальномера.

Рис.44. Эквивалентная схема и эскиз звена фильтра нижних частот.

Рис.45. Фильтр нижних частот.

4. АНТЕННО-ФИДЕРНОЕ УСТРОЙСТВО

КОНТРОЛЬНО-ВЫНОСНОГО ПУНКТА (КВП)

4.1. Контрольно-выносной пункт (КВП), входящие в состав аппаратуры контроля дальности в установка азимута, предназначен для приема высокочастотных сигналов от азимутального, опорного а дальномерного передатчиков и передачи их в аппаратную радиомаяка на входы контрольных приемных устройств.

Функциональная схема антенно-фидерного устройства контрольно-выносного пункта приведена на рис.57.

Контрольно-выносной пункт отнесен от аппаратной радиомаяка на расстояние 90 м, поскольку на более близких расстояниях затрудняется угловая установка КШ, и диаграмма направленности азимутальной антенны еще не полностью сформировала.

4.2. Как известно, диаграмма направленности антенны считается сформированной тогда, когда ее фазовый фронт в точке приема будет плоским.

практически достаточно точные результаты измерений получаются и только тогда, когда это условие выполняется с некоторым приближением.

Расстояние ( R ), на котором диаграмма направленности антенны считается сформировавшейся. зависят от геометрически размеров антенн и определяется из формулы:

R0 = (14)

Где D - раскрыв антенны;

λ - длина волны.

Исходя из этого , расстояние от аппаратной машины до точки установки КВП выбрано равным 90 метрам.

4.3. Высота подвеса антенны выбирается из следующих соображений.

Наиболее важно контролировать работу маяка под углами места 0,5°-0,7°, так как под ними маяк обслуживает наибольшее число самолетов.

При установке КВП на расстоянии 90 метров от аппаратной машины и высоте подвеса азимутальной антенны 3,7 метра нужно обеспечить высоту подвеса антенны КВП, равной 5,2-5,5 метра.

Антенна КВП

4.4. Антенна КВП выполнена в виде параболоида вращения диаметром 800 мм, в фокусе которого установлен вибраторный облучатель с контррефлектором.

Общий вид антенны показан на рис.46.

Отражатель антенны выполнен из алюминия толщиной 1,5 и имеет фокусное расстояние 320 мм.

С помощью специальных кронштейнов антенна устанавливается на мачте телескопической конструкции.

В зависимости от местных условий за счет регулировки высоты мачты выбирается соответствующая высота подвеса антенны.

Принципиальная схема облучателя антенны приведена на рис.47.

4,0. Диаграмма направленности антенны КВП в горизонтальной плоскости приведена на рис. 48.

Антенна КВП имеет ширину диаграммы направленности по 0.70, от максимальной напряженности поля 26°40.' В вертикальной плоскости диаграмма направленности антенны КВП имеет тот же вид, но ширина ее несколько меньше - 24°.

Делитель мощности

4.6. Делитель мощности предназначен для одновременного подключения к антенне приемников контрольно-выносного пункта.

Делитель мощности выполнен на плоской передающей линии, которая является видоизменением коаксиальной линии.

Плоская линия представляет совой две параллельные пластины, между который находится круглый цилиндрический проводник (см. рис. 49).

Волновое сопротивление плоской линии подсчитывается

по формуле:

Z =138lg (15)

Где: S - Расстояние между параллельными пластинами;

D - диаметр внутреннего проводника.

4.7. Делитель мощности на два направления представляет собой трехшлейфный направленный ответвитель (см.рис.50) с переходным затуханием, равным 3 дб.

Теоретически переходное затухание делителя подсчитывается по формуле:

С = - 20Lg дб, (16)

где Zu - волновое сопротивление первичной линии ;

Zш - волновое сопротивление центрального шлейфа.

Волновое сопротивление первичной и вторичной линий равно 75 Ом.

Волновое сопротивление центрального шлейфа равно 106 0м, Это сопротивление выбрано из расчета получения переходного затухания, равного 3 дБ.

Волновое сопротивление вспомогательных шлейфов подбирается в процессе настройки делителя и примерно равно 2 Ом.

Для нормальной работы делителя мощности к одному из разъёмов присоединяется согласованная нагрузка с коэффициентом бегущей волны не ниже 0,90.

Для соединения делителя мощности с антенной контрольно-выносного пункта и со входами приемных устройств используется высокочастотный кабель марки РК-75-9-13.

Рис.46. Антенна КВП.

Рис.47. Принципиальная схема облучателя антенны КВП.

Рис.48. Диаграмма направленности антенны КВП в горизонтальной плоскости.

Рис.49. Поперечное сечение плоской линии.

Рис.50. Схема делителя мощности.

Рис.51. Делитель мощности антенны КВП.

Рис.52. Функциональная схема антенно – фидерных устройств

Рис.53. Функциональная схема антенно – фидерных устройств системы измерения азимута.

Рис.54. Функциональная схема антенно – фидерных устройств системы измерения дальности.

Рис.55. Принципиальная схема приемной антенны нижних углов.

Рис.56. Принципиальная схема приемной антенны верхних углов.

Рис.57. Функциональная схема антенно – фидерных устройств КВП.