**Антенна излучающая**

Пояснительная записка к курсовому проекту 08.092.54ИС1

Выполнил: студент группы 54ИС1 Новицкий Андрей

Санкт-Петербургский Государственный Морской Технический Университет

Кафедра 50

Санкт-Петербург

2003

**Введение**

К одной из важнейшей научно-технической проблеме современности можно отнести освоение водного пространства.

Освоение океана повлекло множество технических проблем. Одной из них являлась невозможность заглянуть в глубины океана, узнать особенности дна, наличие и особенности подводных обитателей. С появлением судов и устройств, способных пребывать под водой более или менее долго, возникла проблема передачи информации: связь с другими объектами, сканирование окружающего пространства и прочее.

Акустические (звуковые) волны, благодаря своей природы, свойствам водной среды, способны возбуждаться при сравнительно малых затратах энергии, и распространяться на большие расстояния, при некоторых условиях на тысячи и десятки тысячи километров.

С помощью гидроакустических средств (ГАС) производят картографирование дна морей и океанов и обнаруживают предметы (эхолоты и гидролокаторы бокового обзора), осуществляют водную связь (средства гидроакустической связи), обеспечивают безопасность плавания судов, измерение скорости хода и глубины под килем (средство судовождения), производят поиск скопления рыб, управление автономными подводными приборами, доставляющими информацию о состоянии подводной обстановки (средств телеметрии и телеуправления), обнаруживают и определяют координаты подводных объектов.

Процесс преобразования электрической энергии в акустическую выполняют подводные электроакустические излучатели и приёмники, входящие в состав антенны, и называемые гидроакустическими преобразователями (ГАП).

Конструкцию антенны определяют, в основном, её назначение и местоположение. Так, антенны судовых гидроакустических систем можно размещать на корпусе судна, буксировать или опускать за борт; антенны стационарных гидроакустических станций устанавливают на фундаментальных опорах в прибрежных районах, у входов в порты, в районах рейдовых стоянок и т.п.

Техническими параметрами гидролокационных станций (ГАС) являются: рабочая частота (от единицы до десятков килогерц), излучаемая акустическая мощность (от сотен ватт до сотен киловатт), ширина диаграммы направленности антенны в режимах излучения и приема в главных плоскостях, форма и длительность излучаемых импульсов, уровень усиления приемного тракта, ширина полосы частот приемного тракта. ГАС, которые не излучают акустическую энергию и предназначены для обнаружения и определения пеленга (курсового угла) подводного объекта по производимому им шуму, в частности движущегося судна, относят к пассивным средствам ШПС – полоса рабочих частот, ширина диаграммы направленности антенны, коэффициента усиления приемного тракта.

В данной работе для обеспечения ХН с малыми боковыми максимумами предлагается ромбический поршень, у которого величина бокового максимума меньше 5%.

**Основная часть:**

**1. Выбор формы, определения размеров антенны и направленности**

Для обеспечения малой величины бокового максимума (10%) выбираем излучающую пластину в форме плоского ромба, характеристика направленности которого выражается формулой

R()=, (1)

где - длина диагонали, - длина волны в воде.

 м

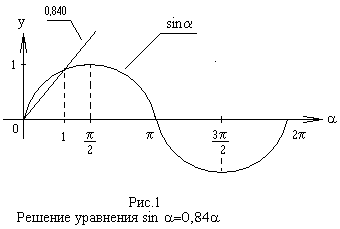
По заданию, в осевой диагональной плоскости угловая ширина главного лепестка на уровне 0,7 в плоскости х0z равна, а в плоскости у0z .

Обозначим аргумент функции (1) через α, то есть . Получаем уравнение

 , откуда

 , (2)

Построим графики  и 0,84; корень уравнения  находится в точке пересечения обоих графиков, которой соответствует значение . Следовательно , длина диагонали  .



Для м.

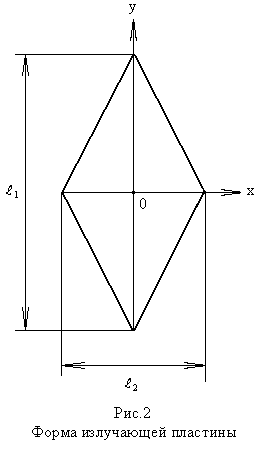
Для м.

Проверка решения уравнения (2). Подставляем  с очень малой погрешностью.

Таким образом, волновые размеры диагоналей равны  и . Соответствующие выражения для характеристик направленности имеют вид , .

В формуле  угол  отчитывается от оси z, проходящей через точку пересечения диагоналей ромба, в плоскости x0z; в формуле  угол  также отсчитывается от оси z, но в плоскости y0z.

Излучающая пластина совмещена с плоскостью х0у, которой ось z перпендикулярна.



Нули в направлениях, определяемых из уравнений

, m=1,2,3...... (3)

 ,  ,  ,  и т.д.

Направления боковых максимумов (приближенно):

 ⇒ ; ;  и т.д.

Аналогично все повторяется для , формулы те же.

Коэффициент осевой концентрации, учитывая немалые размеры излучающей поверхности, рассчитывается по формуле

 или  , (4)

где S – активная площадь антенны

Подставляя значения  и , получаем



Для плоскости х0z ( ДН содержит только один главный лепесток:  и , а  , то есть последующих нулевых направлений нет. В плоскости y0z  значения углов  и величины боковых максимумов даны в следующей таблице 1:

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 7,8 | 11,8 | 15,8 | 19,9 | 24,1 | 28,5 | 33,0 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 0 | 0,045 | 0 | 0,016 | 0 | 0,008 | 0 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , град. | 1 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 |
|  | 0,94 | 0,89 | 0,70 | 0,60 | 0,38 | 0,20 |

В плоскости х0z () значения углов  и величины боковых максимумов дана в следующей таблице 2:

Таблица 3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 32 | 54 | 90 |
|  |  |  |
| 0 | 0,0055 | 0 |

Таблица 4

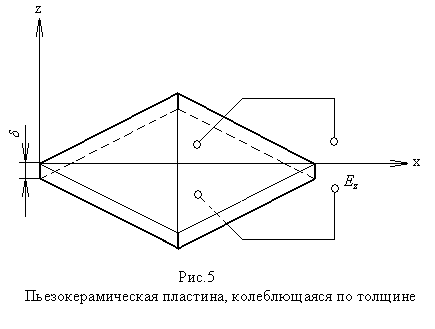
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ,град. | 5 | 10 | 15 | 20 |
|  | 0,91 | 0,71 | 0,44 | 0,20 |

Как видно из таблиц, наибольший боковой максимум равен 0,045, то есть составляет 4,5%. Следовательно, требования задания выполнено, что обеспечено выбором формы антенны, при которой амплитуда колебаний уменьшается от середины к краю.

**2. Колебательная система преобразователя**

По заданию, колебательная система преобразователя – полуволновая, то есть пьезо-

керамическая поршневая пластина не нагружена накладками (рис.5). Боковые размеры пластины велики по сравнению с ее толщиной. Электроды наложены на большие грани, перпендикулярные оси z.



Необходимые расчетные формулы даны в §9.6 [1] и в пособии [2].

Резонансная частота при продольном пьезоэффекте определяется из уравнения

,

где - скорость распространения волны в пластине, измеренная при разомкнутых электродах.

Для дальнейших расчетов требуется знать конкретный пьезоэлектрический материал, марку пьезокерамики.

**3. Чувствительность излучателя**

Эффективность излучателя можно оценить давлением P, которое он создает в точке, в направлении главного максимума при определенном электрическом напряжении U на входе. Такая оценка называется чувствительностью излучателя и определяется по формуле

, (6)

где r – расстояние до точки измерения давления. Если принять r=1м и U=1В, то величина .

Для определения акустического давления воспользуемся известным соотношением между излучаемой мощностью  и давлением на оси



Допустимая удельная мощность излучения ограничивается порогом кавитации , величина которого тем выше, чем меньше длительность импульса  и больше гидростатическое давление (заглубление  антенны). При  и  [2]. Зависимость от  определяется формулой



По заданию, =100м, получаем . С учетом длительности  можем принять . Тогда , - излучаемая площадь антенны.



Из выражения (4) находим звуковое давление



Таким образом, чувствительность излучателя



**Выбор активного материала и расчет электрических параметров**

Основным назначением рассматриваемой антенны является излучение акустической энергии. Известно, что при одинаковой напряженности электрического поля наибольшая мощность излучения будет у преобразователей из пьезокерамики составов ЦТБС-3, ЦТС-19 и ЦТСНВ-1 [1]. Следовательно, для получения наибольшей удельной акустической мощности при наименьшей величины напряжения целесообразно использовать указанные активные материалы. Остановимся на ЦТБС-3, приведем значения ее постоянных:



Толщину пьезокерамической пластины определим, принимая заданную частоту 250 кГц за частоту резонанса, так как антенна излучающая, тогда



Статическая электрическая емкость пластины

,

где - площадь электрода.



Эквивалентное сопротивление электрических потерь

 ,



Емкостное сопротивление



Коэффициент электромеханической трансформации



Сопротивление электрических потерь на резонансе



Емкостное сопротивление на резонансной частоте



Акустическая мощность излучения при резонансе



Здесь - КПД, учитывающий механические потери; принимаем . Величина - активное сопротивление излучения, соответствует немалым волновым размерам пластины: 



Частотная зависимость акустической мощности вблизи резонанса

,

где - механическая добротность



При такой высокой добротности резонансная кривая мощности представляется весьма узкополосной: относительная ширина полосы  и 

Электрический импеданс преобразователя образован из сопротивлений электрической части и приведенных к ней механических:

  .

На частоте механического резонанса  , сумма , так как

>>; .

Импеданс , Ом

**Конструкция антенны**

Кабель 3 марки ПГЭШ-1.0 вклеивается в хвостовик корпуса 2, выполненного из латуни Л-63. Хвостовик корпуса вместе с кабелем вулканизируется резиной. Сырьем для вулканизации служит сырая резина марки С-576. Текстолитовая шайба 5 и пенопластовая обойма 4 склеиваются клеем К-153. В обойму из полиуретана вклеивается пьезокерамический преобразователь 1 с припаянными проводниками. Провод укладывается в канал блока, он припаян к кабелю 3 и к преобразователю. Рабочую поверхность преобразователя и части образующей корпус 2 смазывают клеем. Затем осуществляется заливка компаундом

**6. Измерение характеристики направленности (ХН)**

Измерения характеристики направленности (ХН) излучателей и приемников звука является простой операцией, но требует выполнения ряда условий для получения правильных результатов.

Испытуемый преобразователь (излучатель, приемник) поворачивается вокруг оси, перпендикулярной плоскости в которой определяется ХН. Расстояние  между излучателем и приемником следует выбирать так, чтобы ХН полностью сформировалась, то есть не зависят от дальнейшего увеличения . Обычно пользуются приближенной оценкой этой величины

0,161м

где L – максимальный габаритный размер преобразователя (антенны).

Если за критерий взять среднюю фазовую ошибку, то относительная погрешность измерения  направленности антенны размером L будет равна

=

Расстояние r по этому критерию оценивается неравенством





Если же излучение и прием осуществляются излучателями заключительных размеров, то расстояние r отвечает неравенству



Условия измерений должны соответствовать свободному полю, чтобы при каждом новом повороте регистрировался (измерялся) только прямой сигнал, распространяющийся от излучателя к приемнику.

Поворот системы производится электромеханических приводом – двигателем и набором шестерней, обеспечивающих приемлемую частоту вращения, определяемую скоростью фиксации сигналов, характером среды и требуемой точностью структуры ХН.

Для регистрации ХН в полярных координатах используют круглые бланки, поворачивающиеся синхронно с поворотом испытуемого преобразователя.

Синхронизация движения бумаги и вращения испытуемого преобразователя лучше всего обеспечивается сельсильной связью: ось сельсина – датчика механически соединяется с валом, непосредственно вращающим преобразователем, а ось сельсина – приемника – с осью вращения бланка. Сельсины обеспечивают точность передачи угла порядка 0,5°, что вполне достаточно для большинства акустических измерений.

**Заключение**

Спроектирован излучающий преобразователь в виде пьезокерамического поршня в форме ромба. Такая форма обеспечивает малый уровень боковых максимумов (4,5%). Эффективность преобразователя достаточна, благодаря применению пьезокерамического материала состава ЦТБС-3.

Требования задания по направленности антенны выполнено с соответствующим выбором размеров (диагоналей) излучающей поверхности.

**Список литературы**

Свердлин Г.М. Прикладная гидроакустика. Л: Судостроение, 1990

Свердлин Г.М. Гидроакустические преобразователи и антенны Л.: Судостроение, 1988.

Свердлин Г.М., Огурцов Ю.П. Расчет преобразователей. Учебное пособие. Л: ЛКИ, 1976.

Кобяков Ю.С. и др. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. Л: Судостроение, 1986.

Колесников А.Е. Акустические измерения. Учебник для вузов. Л: Судостроение, 1983.