بنام خداوند دانا و توانا

که همه نیازمند اوست

او بی‌نیاز از همه

۳۵۱۸۷

۱۳۸۰ /۷/ ۲۰

سازمان اطلاعات و مدارک علمی ایران
نمایندگی مدارک

دانشگاه تربیت معلم

دانشکده علوم

گروه آموزشی فیزیک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک

عنوان پایان‌نامه :

مروری بر آثار پزشکی امواج فراصوتی تشخیصی و درمانی بر روی جنین انسان

دانشجو :

مصطفی دادرس اسلاملو

013189

استاد راهنما :

دکتر محمود بهار

استاد مشاور :

دکتر کاظم پریور

۳۵۱۵۷

شهریور ۸۰

تقدیم به:

همسر و فرزندانم ش . س .س

تقدیر و تشکر :

خدای بزرگ را سپاسگزارم که توانستم از پایان‌نامه خود دفاع کنم. حال که تحصیلاتم را در این دورهٔ تحصیلی به اتمام می‌رسانم لازم می‌دانم از مدیر محترم گروه فیزیک جناب آقای دکتر مجلس‌آرا و دیگر اساتید محترم گروه تشکر نمایم . در این راستا جناب آقای دکتر محمودبهار به عنوان استاد راهنما و جناب آقای دکتر کاظم پریور به عنوان استاد مشاور زحمات زیادی را متحمل شده‌اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم . از داوران دفاعیه سرکار خانم دکترمهناز آذرنیا و جناب آقای دکتر ارژنگ ناجی تشکر می‌نمایم .

در خاتمه از جناب آقای دکتر حمیدرضا فرخ‌اسلاملو پزشک متخصص بهداشت کودک و مادر که تمام اطلاعات پزشکی خود را در اختیار بنده قرار داده‌اند سپاسگزارم .

مصطفی دادرس

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل اول : اصول تولید امواج فرا صوتی ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ مولدها و آشکارسازهای فرا صوتی ۱

۱-۲-۱ پیزو الکتریسیته و انقباض مغناطیسی ۱

۱-۲-۲ مبدل پلیمر ۱

۱-۲-۳ سیستمهای تپی (پالسی) ۲

۱-۲-٤ مبدل دی‌الکتریک جامد ۲

۱-۲-۵ علم نور- صدا ۲

۱-۲-۶ وسایل با توان بالا ۲

۱-۲-۷ امواج برشی در مایعات ۳

۱-۳ کاربردهای مهندسی ٤

۱-۳-۱ کاربردهای امواج با دامنهٔ کم ٤

۱-۳-۲ خطوط تأخیر ۵

۱-۳-۳ صافیهای مکانیکی ۵

۱-۳-٤ ردیاب فرا صوتی ۶

۱-۳-۵ اندازه گیری ضخامت با امواج فرا صوتی ۶

۱-۳-۶ استفاده از امواج صوتی سطحی ۷

۱-۳-۷ گسیل صوت ۸

۱-۳-۸ کاربردهای دامنهٔ زیاد ۱۰

۱-۳-۹ آثار ناشی از حفره سازی ۱۰

۱-۳-۱۰ آزمایش خستگی فلزات ۱۰

۱-۳-۱۱ اثرات دیگر دامنهٔ زیاد ۱۱

۱-٤ کاربرد امواج فرا صوتی در تجزیه ۱۲

۱-٤-۱ تضعیف صوت در شاره ها ۱۲

۱-٤-۲ اثرها در جامدات ۱۳

۱-٤-۳ آثار گرمایی ۱۳

۱-٤-٤ آرامشهای دیگر ۱۵

۱-٤-۵ اطلاعات مربوط به دمای پایین ۱۶

۱-٤-۶ هلیوم مایع ۱۷
۱-٤-۷ تضعیف در دماهای پایین ۱۷
۱-٤-۸ مغناطیس ـ صوت و سطح فرمی ۲۰
۱-۵ تصویر برداری فرا صوتی ۲۱
۱-۵-۱ روش A(A-mode) ۲۱
۱-۵-۲ روش B(B-mode) ۲۲
۱-۵-۳ روش C(C-mode) ۲۲
۱-۵-٤ روش داپلر ۲۲
۱-۵-۵ توموگرافی کامپیوتری فراصوتی ۲۳

فصل دوم : آثارزیستی گرما ۲۵
۲-۱ مقدمه ۲۵
۲-۱-۱ تصویر برداری B-mode ۲۵
۲-۱-۲ داپلر ۲۵
۲-۱-۳ گرمای ناشی از ترانسدیوسر ۲۵
۲-۲ افزایش دمای اندازه گیری شدهٔ ناشی از امواج فرا صوتی ۲۶
۲-۲-۱ بافت نرم در شرایط آزمایشگاهی ۲۶
۲-۲-۲ استخوان در شرایط آزمایشگاهی ۲۶
۲-۲-۳ جمجمه در شرایط آزمایشگاهی ۲۷
۲-۲-٤ فانتومهای شبه بافت (مقلد بافت) ۲۸
۲-۳ افزایش دمای ناشی از امواج فراصوتی ۲۹
۲-۳-۱ گرم شدن جنین در سه ماههٔ اول ۲۹
۲-۳-۲ گرم شدن جنین در سه ماههٔ دوم و سوم ۳۰
۲-٤ اثرات بیولوژیکی گرم شدن ۳۰
۲-٤-۱ تکامل مغز ۳۰
۲-۵ آستانه برای اثرات زیست شناختی ۳۱
۲-۶ ارزیابی خطرهای تهدید کنندهٔ سلامتی انسان ۳۵

فصل سوم : آثار غیر گرمایی، حفره سازی ، ماهیت ، شناسایی و اندازه گیری آن ۳۸
۳-۱ مقدمه ۳۸
۳-۲ نکات بیوفیزیکی ٤۲
۳-۲-۱ تشدید خطی ٤۲
۳-۲-۲ پراکندگی ٤۳
۳-۲-۳ تولید گرما ٤۳
۳-۲-٤ پخش و پخش یکسویه ٤۳
۳-۲-۵ نیروهای تابشی وارد بر حبابها ٤٤
۳-۲-۶ جذب شدن سلولها به یک حباب مرتعش ٤٤
۳-۲-۷ ریزجریانهای صوتی همراه با حباب ٤٤
۳-۲-۸ امواج سطحی و تشکیل فواره ٤۵
۳-۳ هماهنگها، زیر هماهنگها و دیگر اجزاء بسامدی گسترهٔ حفره سازی ٤۵
۳-۳-۱ حفره سازی لختی (غیر فعال) ٤۵
۳-۳-۲ هسته های حفره سازی ٤۶
۳-٤ سازوکارهای تأثیر بیولوژیکی حفره سازی ٤۷
۳-۵ آشکارسازی حفره سازی ٤۸
۳-۶ آشکارسازی حبابها و حفره سازی در پستانداران زنده ۵۰
۳-۶-۱ اولترا سوند تشخیصی ۵۰
۳-۶-۲ پس‌پراکندگی صوتی ۵۰
۳-۷ نتایج سمپوزیوم WFUMB در مورد ایجاد حفره ۵۱

فصل چهارم : مکانیزمهای غیر گرمایی ، نیروهای تابشی صوتی و تولید جریان ۵۲
٤-۱ مقدمه ۵۲
٤-۱-۱ اجسام بزرگتر از طول موج ۵۲
٤-۱-۲ اجسام کوچکتراز طول موج ۵۳
٤-۲ نیروهای وارد بر اجسام بزرگ ۵۳
٤-۲-۱ نیروهای نوسانی ۵۳
٤-۲-۲ نیروهای پایا ۵٤
٤-۳ نیروهای مؤثر بر اجزاء کوچک ساختاری ۵۶
٤-٤ موضوعات دیگر ۵۷
٤-٤-۱ خصوصیات بیوفیزیکی ، نیروهای تابشی صوتی ۵۸
٤-۵ نتایج سمپوزیوم WFUMB در مورد نیروی تابشی و تولید جریان ۶۰

فصل پنجم :اولتراسونوگرافی در مامایی ، جنبه های بیو فیزیکی ایمنی بیمار ۶۲
۵-۱ مقدمه ۶۲
۵-۲ توان خروجی دستگاههای اولتراسوند مورد استفاده در مامایی ۶۳
۵-۳ شاخصهای گرمایی و مکانیکی ۶۷
۵-٤ ایجاد اثرات گرمایی با اولترسوند تشخیصی ۶۹
۵-۵ دینامیک حباب و شاخص مکانیکی ۷۲
۵-۶ ریز حبابها و اثرات بیولوژیکی ناشی از اولتراسوند ۷۶
۵-۷ مروری بر مکانیسمهای آثار زیست شناختی ناشی از حفره سازی ۷۹
بحث ۸۱
منابع ۸۶

«خلاصه پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رساله دکتری»

دانشکده:..... علوم ..... گروه:..... فیزیک ..... گرایش:..... حالت جامد

دانشجو ..... مصطفی دادرس اسلاملو . سال ورود ... ۱۳۷۶ .... سال فارغ‌التحصیلی . ۱۳۸۰ ☑ کارشناسی ارشد ☐ دکتری

استاد راهنما: ..... دکتر محمود بهار ..... استاد مشاور: ..... دکتر کاظم پریور .....

استاد راهنما: ..... استاد مشاور: .....

عنوان:

مروری بر آثار پزشکی امواج فراصوتی تشخیصی و درمانی بر روی جنین انسان

خلاصه:

توان صوتی تجهیزات تشخیصی پزشکی روز به روز در حال افزایش است و گرمای ناشی از امواج فراصوتی منجر به ایجاد عوارض زیست شناختی می‌شود . اطلاعات به دست آمده از آزمایش روی بافتها در آزمایشگاه و بدن موجودات زنده با توجه به آثار گرمایی نشان داده‌اند که بافتهای حاوی تعداد زیاد سلولهای در حال تقسیم ، به اثرات گرمایی حساس‌ترند . به دنبال گرم شدن بیش از حد عادی ، اختلالاتی در فیزیولوژی سلول یا سرعت سنتز DNA ایجاد می‌شود . اثر عمدهٔ گرما روی تکامل جنین ، تأخیر رشد واضح سیستمهایی مانند : قلب ، مغز و اسکلت است . کاهش عمومی وزن جنین و کاهش قد جنین (CR) غالباً بر اثر گرم شدن جنین در داخل رحم گزارش شده است .ثابت شده است که هایپرترمیا در سیستمهای زیستی پستانداران و در انسان تراتوژن است .

اثر دیگری که مورد توجه قرار گرفته است حفره‌سازی صوتی است ، پدیده‌های همراه حفره‌سازی شامل تنش ، رمبش مستقیم ، تولید رادیکالهای آزاد و گونه‌های فعال شیمیایی دیگر و تابندگی صوتی است که با تجربیات آزمایشگاهی نیز تأیید شده است ، امواج فراصوتی تشخیصی توانایی ایجاد این پدیده‌ها را دارند . هدف ما مرور وضعیت جاری بیوفیزیکی امواج فراصوتی و چگونگی استفاده از امواج فراصوتی تشخیصی در مراقبتهای مامایی و ارائه چند پیشنهاد به متخصصین زنان و زایمان در تمایز استفاده از شاخصهای مرتبط با سازوکارهای مکانیکی و گرمایی و اثرات بیولوژیکی است .

1. Barnett SB. Can diagnostic ultrasound heat tissue and cause biological effects? In: Barnett SB, Kossoff G, eds. Safety of diagnostic ultrasound. Cardiff: Parthenon Publishing, 1998 .
2. Edwards MJ, Shiota K, Smith MSR, Walsh DA. Hyperthermia and birth defects. Reprod Toxicol 1995 .
3. Ultrosound in Medicine and Biology Volume 24 , Supplement 1 , 1998 .
4. Miller PhD , Brayman PhD ,Abramowicz MD . Obstetric Ultrasonography : A biophysical consideration of patient safety–The " rules "have chenged . (Am J Obester Gynecol 1998) .

فصل اول : اصول تولید امواج فرا صوتی

۱-۱ مقدمه

علم مربوط به امواج صوتی با بسامد بالاتر از گسترهٔ شنوایی انسان ، یعنی بالاتر از ۲۰KHz را فراصوت (اولتراسونیک) می‌نامند . این واژه برای سرعتهای بالاتر از سرعت صوت در هوا نیز به کار رفته است . امواج فرا صوتی را با واژهٔ صوت خاموش نیز معرفی کرده‌اند . چون هیچ تمایز قابل توجهی بین چگونگی انتشار و استفاده از امواج صوتی بالاتر و پایین‌تر از ۲۰ KHz وجود ندارد ، این تقسیم‌بندی کاملاً قراردادی است ، در این فصل تأکید عمدهٔ ما روی شناخت وسایل مربوط ، کاربردهای مهندسی و استفاده‌های تحلیلی امواج فراصوتی است .

۱-۲ مولدها و آشکار سازهای فراصوتی

نخستین وسایلی که برای تولید امواج فراصوتی در هوا به کار می‌رفت ، سوت گالتون[۱] و مولد هارتمن[۲] بودند . این وسایل . امواج صوتی را از طریق دمیدن یک جریان پر فشار هوا از یک سوراخ کوچک به لبهٔ تیز فلزی ایجاد می‌کنند . مولد هارتمن سرعت جریان هوا را به بیش از سرعت امواج صوتی می‌رساند و در واقع امواج ضربه‌ای ایستاده تولید می‌کند .

۱-۲-۱ پیزوالکتریسیته و انقباض مغناطیسی : انواع معمول مولدها و آشکار سازها برای هوا ، مایعات و جامدات ، مولدهای پیزوالکتریک و انقباض مغناطیسی است . بلورهای کوارتز با برش در راستای x برای تولید امواج طولی در گازها ، مایعات و جامدات مورد استفاده قرار می‌گیرند . بلورهای کوارتز با برش در راستای Y و برش در راستای AC برای تولید امواج عرضی یا تولید امواج برشی[۳] در جامدات مورد استفاده قرار می‌گیرند . مبدلهای لایهٔ نازک اکسید روی (ZnO) می‌توانند امواج طولی با بسامدهای زیاد ۹۶ GHz تولید کنند . در این بسامدهای بالا ، میزان جذب در مبدل زیاد است .

۱-۲-۲ مبدل پلیمر : نشان داده شده است که پلیمر پلی وینیلین فلوراید مبدل خوبی برای میکروفونها و دیگر اسباب گیرندهٔ صوت است . این مبدل از بسامدهای پایین تا گسترهٔ مگاهرتز با امپدانس

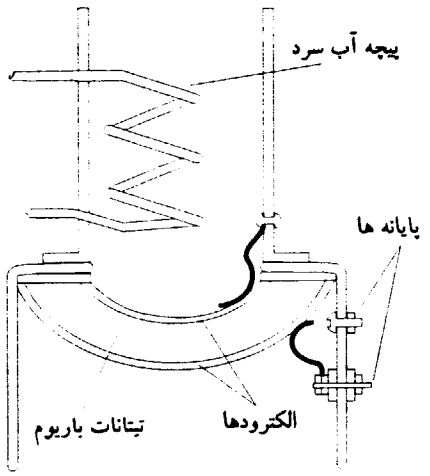
(پاگیری) مکانیکی پایین کار می‌کند . این مبدل به صورت یک لایهٔ نازک ساخته می‌شود و با اعمال ولتاژ بالا و همراه با کشش مکانیکی صفحه ، قطبی می‌شود .

۱-۲-۳ سیستمهای تپی (پالسی) : از این سیستمها برای سنجش خواص مایعات و جامدات استفاده می‌شود . امواج فرا صوتی به صورت متراکم و آنی از مبدل به داخل محیط فرستاده و از آنجا باز تابیده می‌شود . با اندازه‌گیری زمان دریافت تپ دریافت شده نسبت به تپ ارسال شده ، توسط مبدل یا با استفاده از روش اندازه‌گیری اختلاف فاز ، سرعت صوت با دقت اندازه‌گیری می‌شود . از این روشها غالباً در اندازه‌گیری ثابتهای کشسانی نمونه‌های کوچک استفاده می‌شود . همچنین تضعیف امواج با آهنگ کاهش تپها در مسافت پیموده شده‌اندازه‌گیری می‌شود ، ولی باید میزان تلفات ناشی از پخش شدن در مواد رابط بین مبدلها و نمونه ها را ، در نظر گرفت .

۱-۲-٤ مبدل دی‌الکتریک جامد : این نوع مبدل با کشیدن یک ورقهٔ نازک دی‌الکتریک (مثلاً Mylar) ساخته می‌شود که بر روی یک سطح آن فلز نشانده شده است . سطح رسانا و صفحه فلزی ، یک خازن تشکیل می‌دهند . فاصله میان سطح و صفحه فلزی تغییر می‌کند ، زیرا امواج صوتی که به سطح می‌تابند ، گازهای محبوس در بین لایهٔ دی‌الکتریک و صفحه فلزی را متراکم می‌کنند . تغییر در فاصله جدایی این دو لایه منجر به جاری شدن بار می‌شود . از این وسیله به عنوان فرستنده و گیرنده گسترهٔ بسامدی ٤۰ تا ۱۰۰۰ کیلوهرتز استفاده می‌شود . از همین مبدل به عنوان فرستنده و آشکار ساز در سیستم تپ - پژواک غالباً برای اندازه‌گیری برد دوربینهای خود کانونی کننده (خود تنظیم) استفاده می‌شود .

۱-۲-۵ علم نور - صدا[1] : نور جذب شده در یک مایع یا جامد ، گرمای موضعی و سیگنال صوتی تولید می‌کند. لیزرهای تپی می‌توانند سیگنالهای فراصوتی بسیار کوتاه با انرژی بالا در گسترهٔ بسامدی ۱MHz تا ۱۰GHz تولید کنند . از این تپها در مطالعه خواص مواد و تعیین محل نقص آنها استفاده می‌شود .

۱-۲-٦ وسایل با توان بالا : برای تولید اصوات فراصوتی با توان بالا از سرامیکهای فروالکتریک مانند



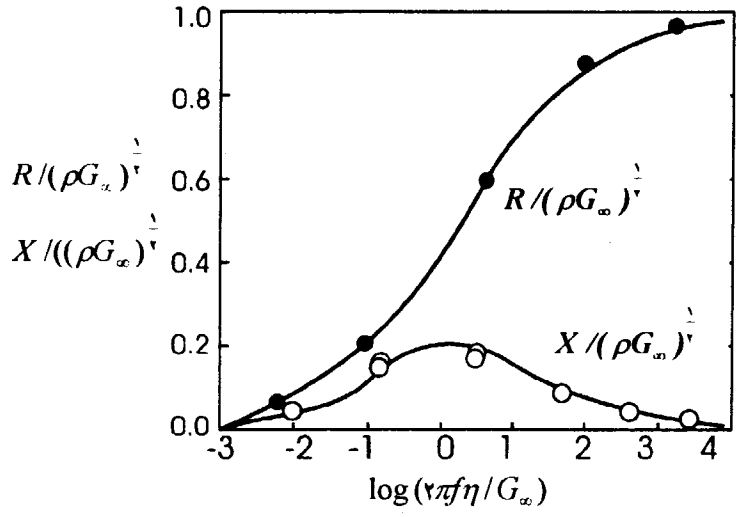
شکل ۱-۱ . نمایی از مقطع یک مولد فراصوتی تیتانات باریوم . تیتانات باریوم برای تولید امواج صوتی به کار می‌رود . ماده مورد آزمایش را در ظرف شیشه‌ای قرار می‌دهند و در داخل روغن فرو می برند .

($NaKNbO_3$) ، یا مواد دارای خاصیت انقباض مغناطیسی مانند نیکل یا فریت ها استفاده می‌شود . از این مواد عمدتاً برای برش با فراصوت ، آزمایش پوشش یافتگی مواد ، و جوشکاری فراصوتی استفاده می‌شود .

۱-۲-۷ امواج برشی در مایعات : تعدادی از مبدلهای موج برشی که بیشتر آنها در مولدهای کوارتز موج برشی یا پیچشی به کار می‌روند ، برای اندازه‌گیری وشکسانی برشی و سفتی برشی مایعات مورد استفاده قرار می‌گیرند . این وسایل ، مقاومت صوتی R و واکنشوری (رآکتانس) صوتی X یک موج برشی فرستاده شده به داخل مایع را اندازه می‌گیرند .

اندازه‌گیریهای انجام شده از این نوع . نشان داده‌اند که مایعاتی با وشکسانی متوسط ، علاوه بر خواص وشکسانی ، دارای خواص کشسانی نیز هستند و از آنها به طور گسترده در مطالعه حرکتهای ممکن در پلیمرها و روغنهای روان کننده استفاده می‌شود . در شکل ۱-۲ اندازه‌گیری روی یک پلیمر متشکل از بی‌فینلهای کلرزده (سری aroclor) ، نشان می‌دهد که دربسامدهای پایین، R و X تقریباً مساوی‌اند که با انتقال موج در محیط وشکسان سازگار است .

برای بسامدهای خیلی بالا جملهٔ واکنشوری به صفر میل می‌کند ، در حالی که جملهٔ مقاومت به مقداری میل می‌کند که از معادله (۱-۱) حساب می‌شود :



شکل ۱-۲ نمودار $X/((\rho G_\infty)^{1/2}$ و $R/(\rho G_\infty)^{1/2}$ برحسب لگاریتم که در آن R مقاومت صوتی . X واکنشوری صوتی ، ρ چگالی ، G_∞ سفتی دربسامد بی‌نهایت ، f بسامد و η وشکسانی مایع است . این منحنی‌ها مقادیر نظری و مقادیر اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهند .

که در آن ρ چگالی و G_∞ سفتی مایع در بسامد بی‌نهایت است . بسامدی که واکنشوری در آن ماکزیموم است ، (بسامد آرامش) از معادله (۱-۲) به دست می‌آید ، که درآن η وشکسانی مایع است :

$$f = \frac{G_\infty}{2\pi\eta} \qquad (۱-۲)$$

برای مثال ، سفتی آب می‌تواند مانند یک جسم جامد متخلخل و مساوی با $۱۰^۸\ N\ m^{-۳}$ و وشکسانی $۱۰^{-۳}\ Pa.S$ (یا ۰٫۰۱ پوآز) و دارای بسامد آرامش $۱۰^{۱۰}\ Hz$ باشد ، که بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده فعلی است . وشکسانی ـ کشسانی روغنهای روان کننده به ظرفیت تحمل بار چرخ دنده‌ها در سرعتهای بالا کمک می‌کند .

۱-۳ کاربردهای مهندسی

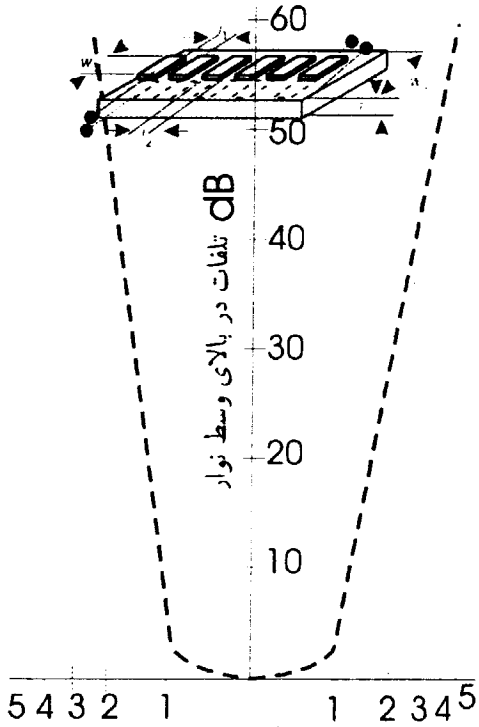
در کاربردهای مهندسی از امواج فراصوتی با دامنهٔ کم و دامنهٔ زیاد (که معمولاً ماکروسونیک نامیده می‌شود) استفاده می‌کنند .

ردیابها ، اندازه‌گیری ضخامت و ... استفاده می‌شود . این کاربردها به تغییراتی مربوطانـد کـه مـواد در خواص انتشاری امواج فراصوتی ایجاد می‌کنند . در تعیین بسامدهای مورد اسـتفاده و اندازه‌هـای مـواد مصرفی یا مورد مطالعه ، تضعیف و پراکندگی صوت در محیط ، دو عامل مهم هستند .

۱-۳-۲ خطوط تأخیر : این خطها جهت ذخیره کردن اطلاعات برای یک دورهٔ زمانی خـاص مفیدنـد . این خطوط در سیستمهای راداری آشکار ساز هدف متحـرک ، در سیسـتمهای رمـز بـرداری تپـی و در کامپیوترها به کار می‌روند .

خطوط تأخیر پاشنده اهمیت قابل توجهی پیدا کرده‌اند . در این نوع وسایل از این واقعیت اسـتفاده شده است که سرعت گروه امواج صوتی در سیمهای دایره‌ای یا نواری باریک ، موقعـی بـه طـور قـابل ملاحظه کاهش می‌یابد که طول موج در حدود قطر یا ضخامت سیم باشد . این کاهش سرعت گروه کـه به بسامد بستگی دارد ، می‌تواند یک تپ کوتاه AM را به یک تپ بلند FM تبدیل کنـد ، کـه تقویـت کنندهٔ خروجی می‌تواند آن را تقویت کند . این امر باعث می‌شود بتوان یک رادار بلند برد با تـوان زیـاد ساخت . با استفاده از یک خط تأخیر با خصوصیات تأخیر بسامد معکوس ، خواص تپ AM در انتهای گیرنده باقی می ماند و می‌توان فاصله را از طریق زمان به طور دقیق معین کرد .

۱-۳-۳ صافیهای مکانیکی : از این صافیها برای جدا کردن مکالمات تلفنی که به طور همزمان بـا یـک خط انتقال ارسال می‌شوند ، استفاده می‌شود . نمونه‌های اولیه برای انجام عمـل صـافی روی ارتعاشـات پیچشی یا کشـانی به کار رفته‌اند . نمونه‌های جدید و بسیار مفید را صافی تک سـنگ[1] می‌نـامند کـه از تعدادی الکترودهای رسوب داده شده در خلاء تشکیل شده است . نسبت مجموع جرم الکترودها به جـرم صفحهٔ بلوری ۰٫۰٤ R = ۰٫۰۲ - ۰ است. بسامدهای تشـدیدی بخشـهای الکـترود دار کمـتر از بخشـهای بلوری بدون روکش است و معلوم شده است که انرژی در بخش روکش‌دار به تله می‌افتد و فقط مقـدار ناچیزی از آن به بخش روکش‌دار بعدی منتقل می‌شود . این مقدار را با کنترل طول بخش بدون روکـش L_1 در بین طول بخـشهای روکش‌دار L_2 ، می‌توان تنظیم کرد . نسبت L_1 به L_2 پهنای نـوار بسـامدی را کنترل می‌کند . با استفاده از شش بخش روکش‌دار ، این وسیله به عنوان یک صافی شـش بخشـی عمـل می‌کند و خصوصیاتی مانند صافی نشان داده شده در شکل ۱-۳ را دارد .خصوصیات تضعیف حـاصل از این روش برای وسیله‌ای کـه به عنوان یک صـافی کانال برای یک سـیستم حامل در مخابرات زمینی



شکل ۱-۳ صافی مکانیکی بلور کوارتز تک سنگ و مشخصات آن

سیستم کابلی زیر دریایی مناسب است . این صافی را می‌توان از یک تک بلور کوارتز ساخت که به این ترتیب از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه است .

۱-۳-٤ ردیاب فراصوتی : این وسایل امواج صوتی را به داخل قالبهای فلزی یا دیگر قطعات جامد می‌فرستند و از طریق بازتاب صوت یا اختلال در انتقال امواج صوتی از قطعه مورد نظر ، وجود درز یا ترک را معین می‌کنند . برای این منظور از گسترهٔ بسامدهای ۵۰۰ KHz تا ۱۵۰ MHz استفاده می‌شود . این وسایل از بهترین انواع جهت تعیین نقصها در فلزات ، شیشه‌ها و سرامیکها است و در بازرسی و معاینه چرخهای اتومبیل نیز به کار می‌روند .

۱-۳-۵ اندازه‌گیری ضخامت با امواج فراصوتی : از این روش در مواقعی که یک طرف قطعات قابل دسترسی نیست . مانند دیگهای بخار ، برای اندازه‌گیری ضخامت استفاده می‌شود . سیستمهای تپی و