

Ultrazvuk v optické praxi

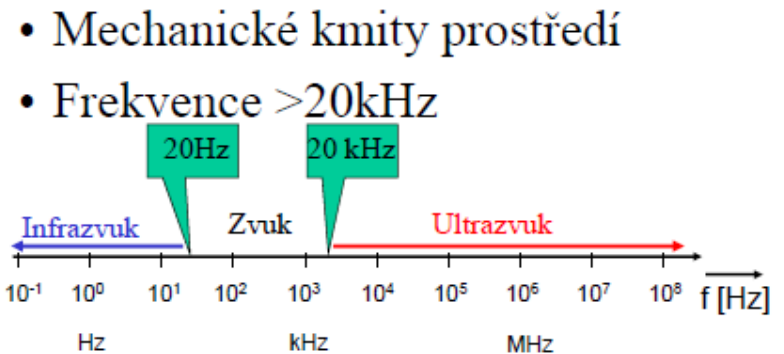
LF MU Brno

Brýlová technologie

Slyšitelnost zvuku

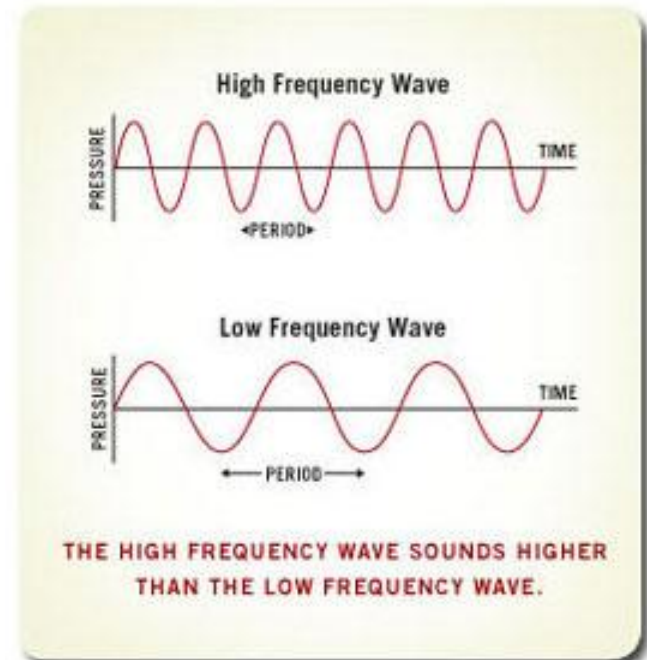
- Slyšitelnost zvuku závisí na jeho frekvenci
 - **Infrazvuk (f menší než 20Hz)**
 - **Zvuk slyšitelný pro člověka (20Hz-20kHz)**
 - **Ultrazvuk (20-100kHz)**

Co to je
ULTRAZVUK

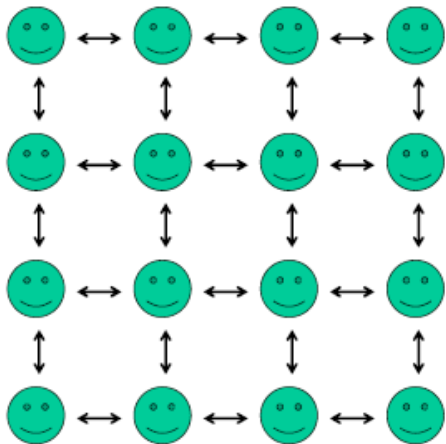


Co je to vlastně ultrazvuk?

- Je to akustické vlnění, jehož frekvence leží nad hranicí 20 kHz
- Slyšitelný pro psa, netopýry, delfíny
- Zvuková vlna ultrazvuku je menší než normálního zvuku, proto je méně ovlivněna ohybem

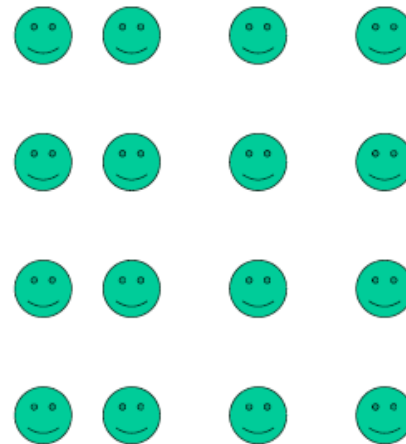


Molekuly si v klidu kmitají
kolem svých rovnovážných poloh



Působení akustického tlaku od sousedů.

**AKUSTICKÝ
TLAK p**



Využití ultrazvuku

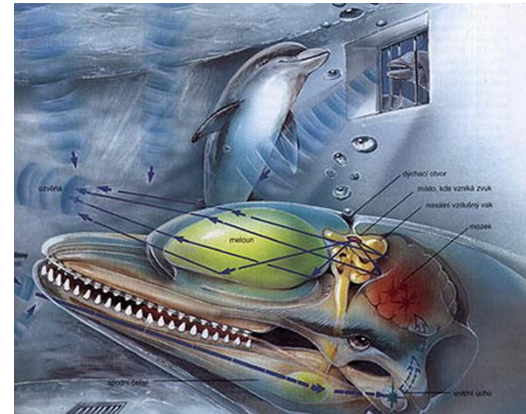
- Sonografie
- Echolokace
- Čistění ultrazvukem

Sonografie



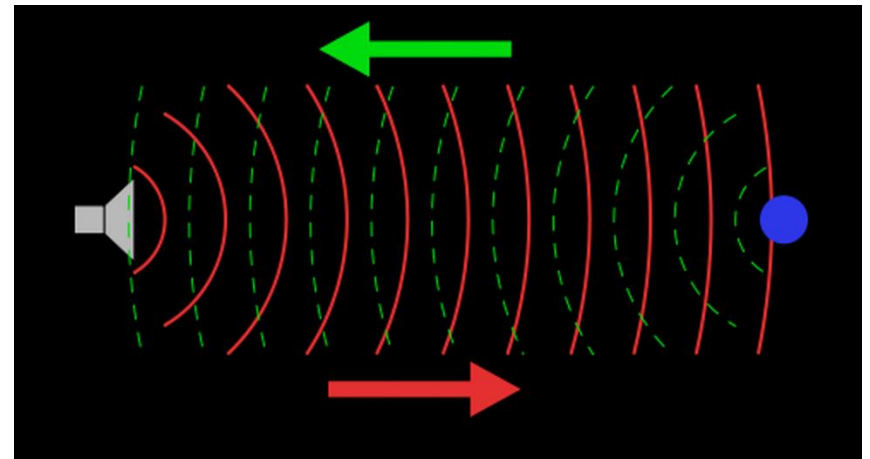
Echolokace

- = vysílaný zvuk odražený od předmětu jde zpět od místa vysílání, kde je zachycen
- Z celkového času od okamžiku vyslání zvuku do okamžiku přijetí můžeme vypočítat vzdálenost předmětu
- Sonar



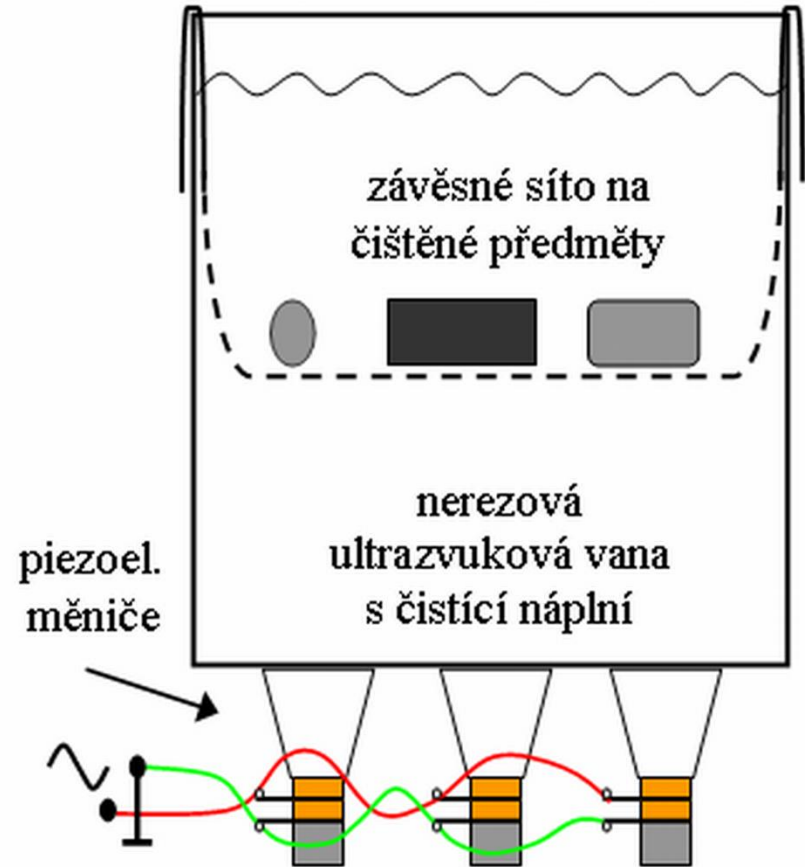
Sonar

- Sound Navigation And Ranging
- Podobný princip jako u radaru – místo rádiových vln používá ultrazvuk
- Ponorky
- Lewix Nixon – 1906 – pasivní sonar
- Paul Langevin – 1915 – aktivní sonar



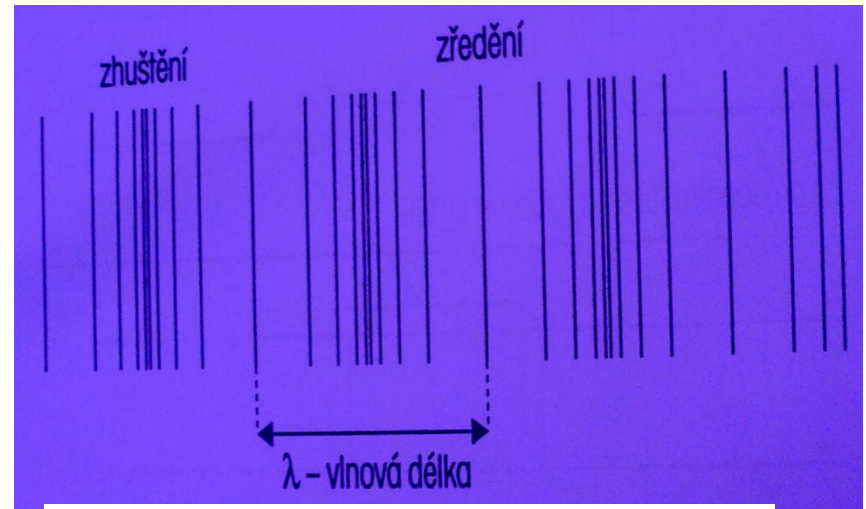
Čištění brýlí ultrazvukem

- Ultrazvuková čistička umožňuje kvalitní vyčistění plastových i kovových brýlí od prachu a mastnoty i v nepřístupných místech aniž by brýle musely být demontovány

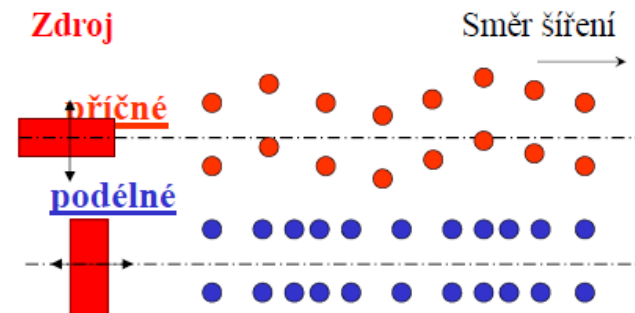


Vznik ultrazvuku

- Zvuk vzniká podélným rozkmitáním (**ve vodě**) hmotných částic ve směru svého šíření
- Dochází k jejich zhuštění a zředění
- Nešíří se ve vakuu
- Rychlost šíření zvuku závisí na teplotě prostředí (**330m/s, 1200km/h**)
- V teplejším prostředí se šíří rychleji



Harmonické kmity
Vlnění prostředí



Živé tkáně - jen podélné vlny - jako v tekutinách

Rychlost šíření UZV v prostředí

Materiál	Rychlost šíření m/s
Vzduch	330
Voda	1480
Hliník	6400
Olovo	2400

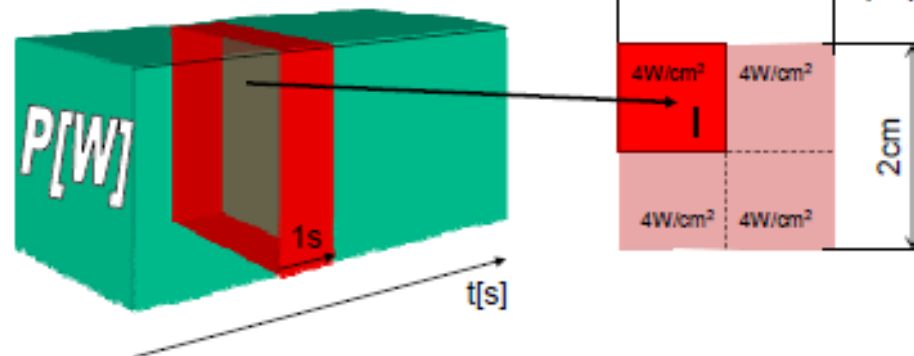
Intenzita ultrazvuku

Informace o intenzitě ultrazvukových vln

- Výkon P [W]
- Energie (práce) W [Ws]
- Intenzita I [W/m^2]

$$I = \frac{W}{t * S} \quad [W/m^2]$$

$P = 16W$
 $t = 10s$
 $W = 160Ws$
 $I = 4W/cm^2$

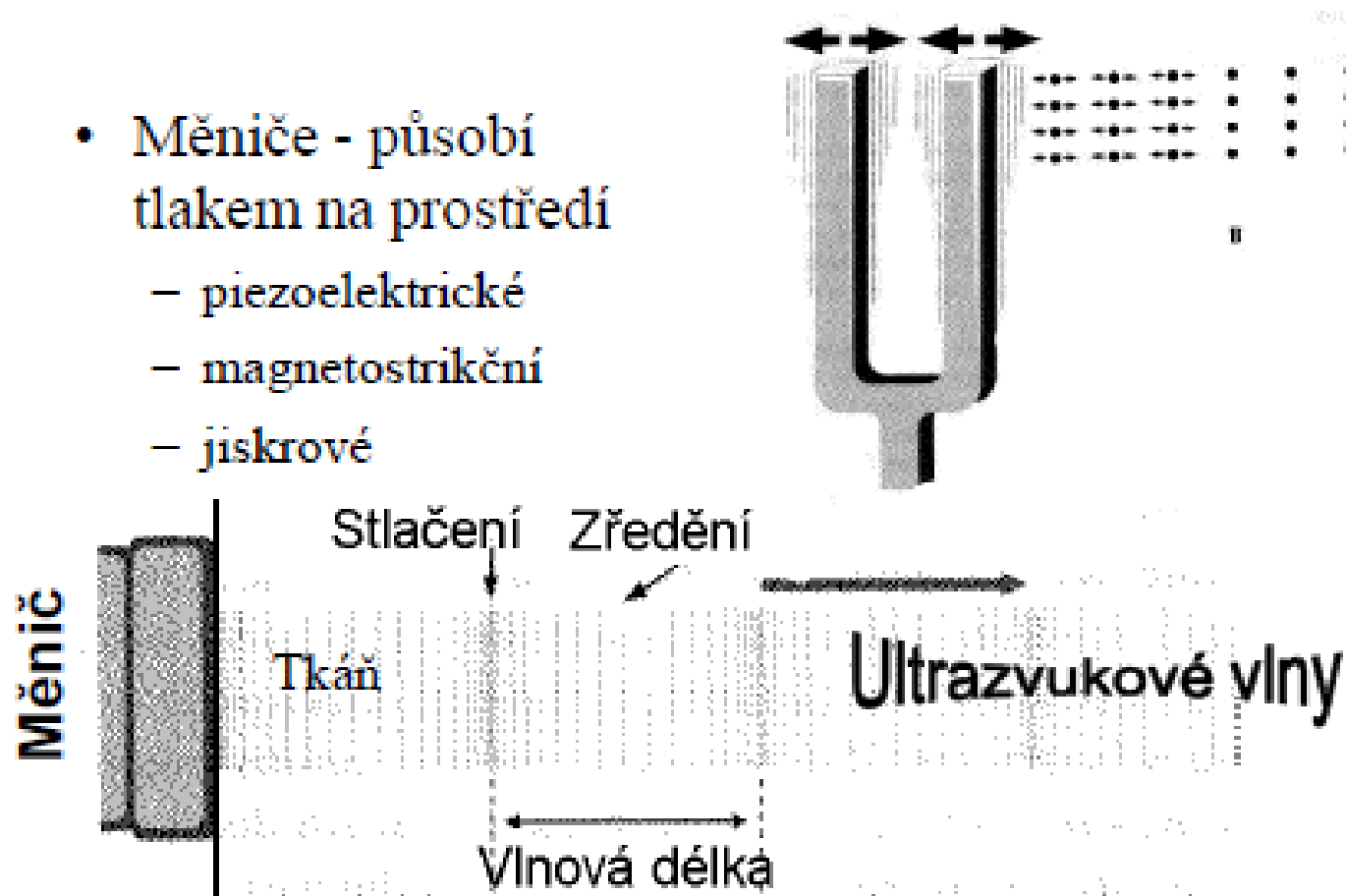


Princip použití ultrazvuku v čističkách

- Pomocí ultrazvukového měniče (**magnetostruční a piezoelektrický**) vyvoláme zvukové kmity stejné frekvence
- Přes dno ultrazvukové vany se zvuk šíří do kapaliny a vytváří se ultrazvukové pole
- V kapalině vznikají rázové vlny, střídá se hydromechanický přetlak a podtlak
- To vede ke **kavitaci**

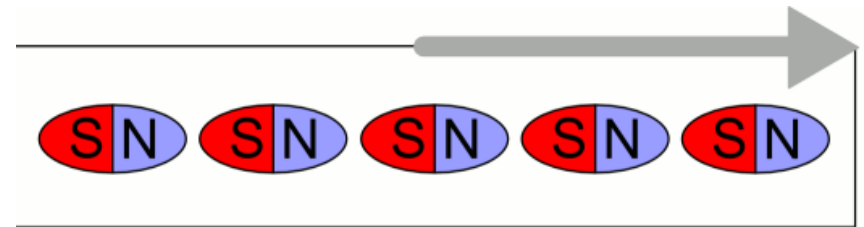
Generování ultrazvuku

- Měníče - působí tlakem na prostředí
 - piezoelektrické
 - magnetostrikční
 - jiskrové



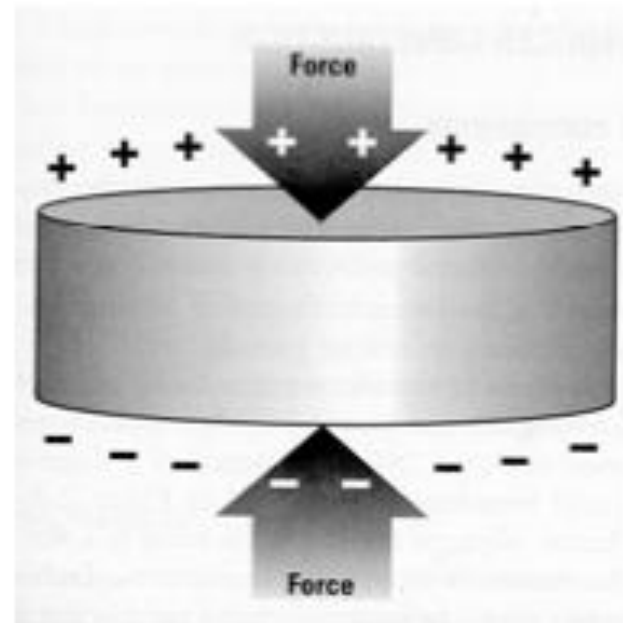
Magnetostrikční zdroj

- Magnetostrikční materiál mění magnetickou energii v kinetickou energii
- Vysokofrekvenční střídavé napětí působící na magnetickou cívku, která rozkmitává feromagnetickou tyč (Fe, Ni)
- Vznikají mechanické kmity o stejné frekvenci



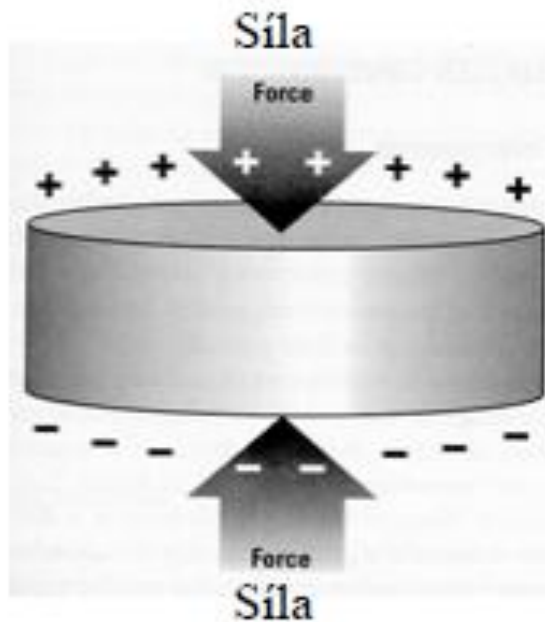
Piezelektrický jev

- 1880 bratři Curie
- Materiál
 - Přírodní (např. Segnetova sůl)
 - Umělé - PZT keramika (zirkon titanát olovnatý)
- Piezelektrický jev
 - přímý (vlastní)
 - nepřímý

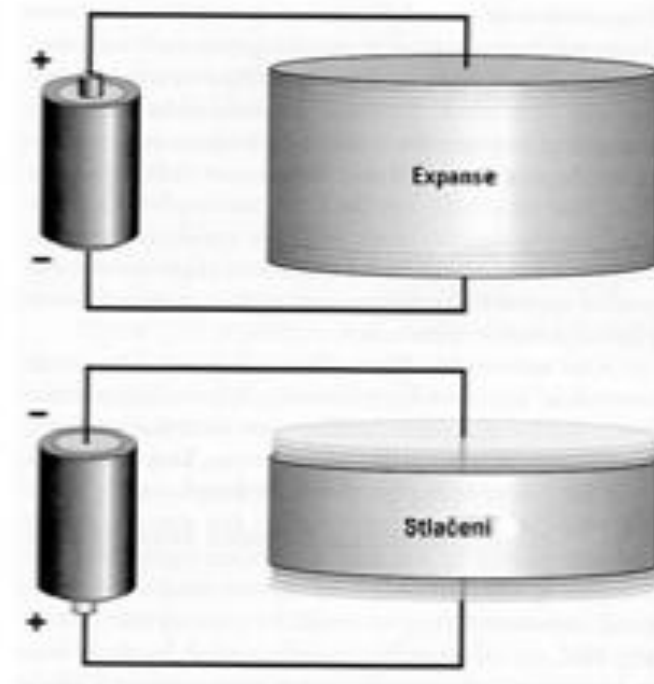


Přímý a nepřímý piezoelektrický jev

Přímý

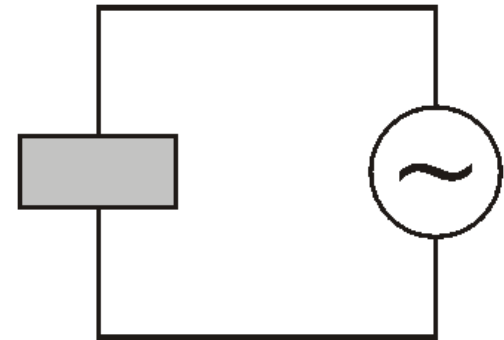
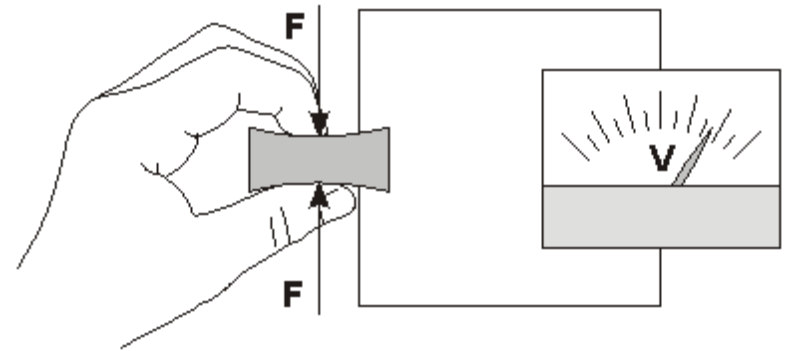


Nepřímý



Piezelektrický zdroj

- Vysokofrekvenční napětí roztahuje a smršťuje speciální destičku z krystalu křemene
- Kmitáním destičky vzniká mechanické vlnění stejného kmitočtu jako má střídavý proud



Kavitace

- Je způsobená lokálními změnami tlaku v kapalině
- Při zředění vznikají v kapalině bublinky syté páry, které se při zvýšení tlaku sráží a zanikají (**imploze**)
- Charakteristický zvuk
- **Imploze** odtrhává nečistoty z povrchu materiálu



Kavitační bublina



Důsledek návaznosti fáze negativního a pozitivního tlaku v kmitu.
Rozměry na úrovni molekul, tlak řádově 10^3 MPa, teplota 10^3 °C
doba trvání dána periodou kmitů – max 50 μ s pro 20kHz

Podmínky pro ultrazvukové čištění

- Mechanická síla
 - Výkon ultrazvukového - zdroje 35-45 (kHz)
- Chemie
 - Rozpouštění nečistot - saponát
- Teplota
 - Při větší teplotě se zvuk lépe šíří (40-60°C)
- Čas
 - Delší doba čištění přispívá k jeho kvalitě

Postup při čištění pomocí ultrazvuku

- Vaničku naplníme po rysku vodou o teplotě 40°C
- Přidáme odmašťovací prostředek (saponát)
- Brýlovou obrubu ponoříme do speciálního košíčku
- Brýlové čočky nepokládáme na povrch čističky
- Po několika minutách brýle vyjmeme a opláchneme ve vlažné vodě
- Znečištěný roztok ve vaničce často vyměňujeme (lepší účinnost)

Ultrazvuk



Ultrazvuk vytváří malinkaté bublinky, které ihned implodují (kavitace). Tato uvolněná síla

intenzivně ale jemně odděluje nečistoty z čistěných předmětů.

Teplota



Mnoho čistících procesů je neefektivnějších při vyšších teplotách.

Chemie



Čistící chemické roztoky podporují kavitaci, snižují povrchové napětí vody, uvolňují a

slučují oddělené nečistoty. Dle druhu znečštění se používají různá čistící média.

Čas



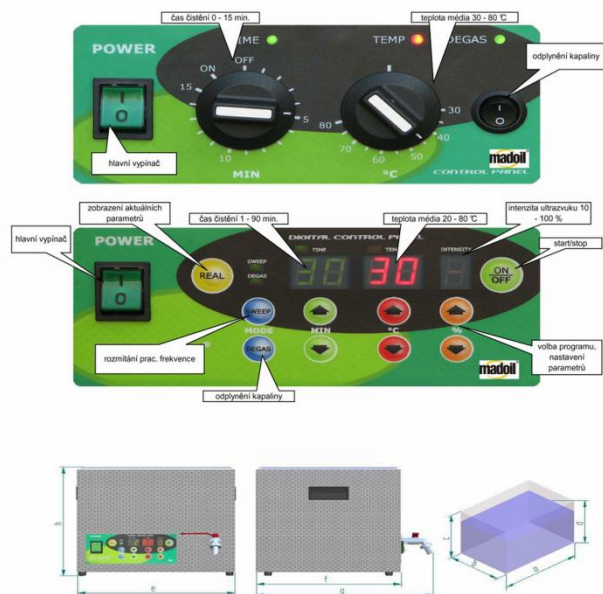
Na rozdíl od jiných čistících metod snižuje spojení chemie a ultrazvuku délku procesu čištění

o 90%. Proces čištění trvá od několika sekund do několika minut - v závislosti na míře znečštění.





Ultrazvukové čističky



Dodavatel : MADOIL s.r.o. Sovadinova 10,690 02 Břeclav tel.519321573,Fax 519322036, www.madoil.cz

<http://www.youtube.com/watch?v=wOlcxZrdCTQ>

Účinky ultrazvuku na tkáň

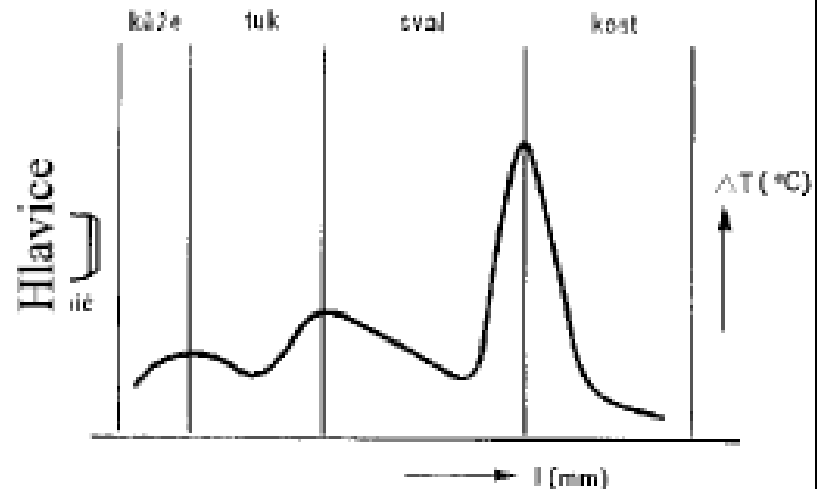
- Mechanické
 - vibrace
 - mikrocirkulace
 - kavitace
 - Tepelné
 - Chemické
-
- Stimulační
 - Inhibiční
 - Destrukční

Použití ultrazvuku v medicíně

- terapie
 - fyziatrie, chirurgie, stomatologie, litotrypse
- diagnostika
 - zobrazování, měření vzdálenosti a rychlosti
 - detekce pohybu a hladin tekutin
 - budoucnost - diferenciací tkání
- čištění
- laboratoře - dezintegrace tkání

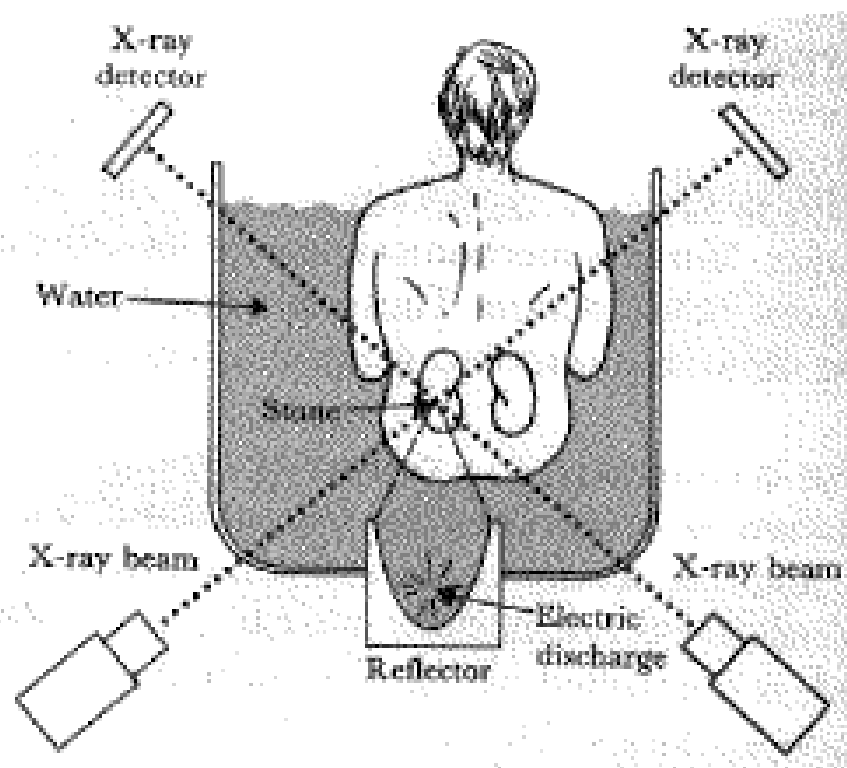
Terapeutické účinky ultrazvuku

- Mechanické
 - mikrovibrace
 - mikroproudění
- Tepelné
 - přeměna energie
- Chemické
 - urychlení chemických reakcí



Příklad terapeutického přístroje

Litotryptor s jiskrovým generátorem



Děkuji za pozornost

- Literatura:
 - Najman, L.: Dílenská praxe očního optika, Brno: IDVPZ, 2001
 - Rutrle, M.: Brýlová technika, estetika a přizpůsobování brýlí, Brno IDVPZ, 2001
 - Polášek, J.: Technický sborník oční optiky, Praha: SNTL, 1975