Ultrazvukové odmašťovací stroje a chemie pro povrchové úpravy-nejúčinnější a ekologický způsob pro přesné čištění v průmyslu

Ing. Jozef Šiška, HIGHLUB s.r.o., Starý Plzenec, Czech Republic
siska@highlub.cz, tel: +420 605 387 593

1 Úvod

Ultrazvukové čisticí procesy jsou v průmyslových odvětvích široce využívány pro různé aplikace, např. čištění elektroniky, automobilových součástí, pasivace, polovodiče, nástroje, příprava povrchu pro pokovování a nanášení, letecký, kosmický, lékařský, optický, zbrojařský sektor a další odvětví průmyslu.

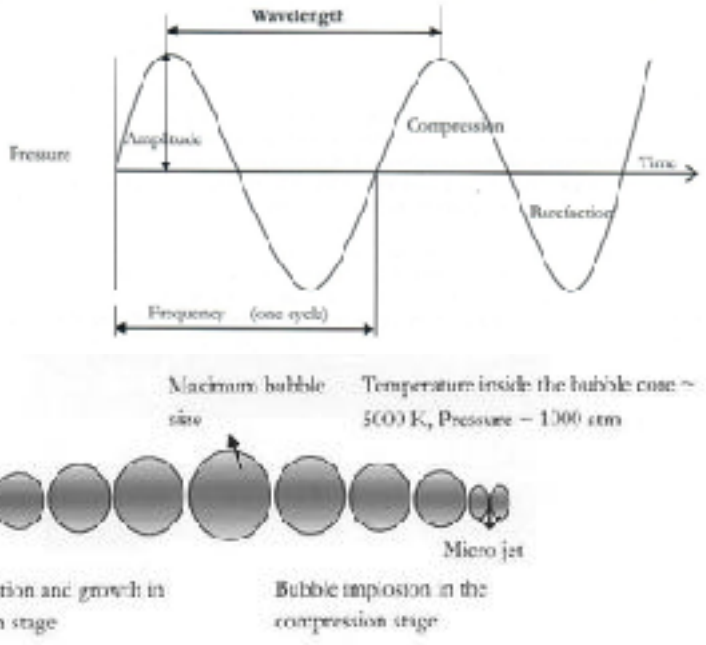
2 Co je ultrazvuk

Ultrazvuk je tlaková nebo zvuková vlna nad prahem lidského sluchu. Frekvence nad 18 kHz se obvykle považuje za ultrazvuk. Ultrazvukové frekvence jsou také známé jako radiální frekvence.
Megasonické čištění se tradičně týká frekvence nad 800 kHz, ale frekvence >280 kHz také vykazuje prakticky všechny vlastnosti konvenční megasoniky.

2.1 Jaký je hlavní mechanismus ultrazvukového čištění

V procesu čištění ultrazvukem jsou zavedeny dva mechanismy – kavitační a akustické proudění. První je spojen s explozí kavitačních bublin a výslednou rázovou vlnou, která vychází všesměrově, zatímco druhá je charakterizována jednosměrným tokem => tlakový gradient kolmý k měniči. Tyto akce vytvoří miliony bublin v kapalině. Imploze bublin a akustické proudění způsobené zvukovými vlnami uvolňují nečistoty účinněji z různých povrchů.

Obr. 1 - Stláčení a kavitace

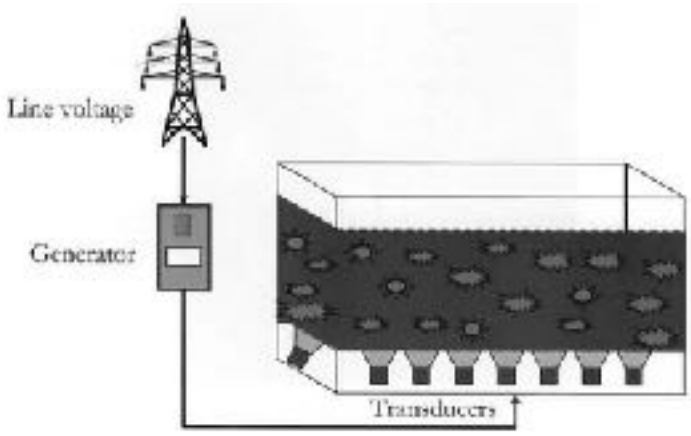


Obr. 2 - Tvorba, rast a zánik kavitační bublin

Obr. 3 - Micro jet

3 Jak funguje ultrazvuk

Jednoduchý diagram ultrazvukového čisticího systému je znázorněn na obr. 4. Ultrazvukový čisticí systém se skládá ze tří základních součástí, tj. ultrazvukového generátoru, převodníku a nádrže.



Obr. 4 - Ultrazvukový čisticí systém

- síťové napětí je vedeno do vysokofrekvenčního generátoru
- ultrazvukový generátor transformuje síťové napětí na požadovaný vysokofrekvenční elektrický signál
- vysokofrekvenční elektrická energie je převedena na mechanické zvukové vlny pomocí převodníků
- v kapalině se vytvoří miliony mikroskopických bublin (dutin)
- tyto bubliny rostou a prudce implodují na čištěné povrchy
- jev nazývaný kavitace, způsobuje silné střihové působení pro čištění.

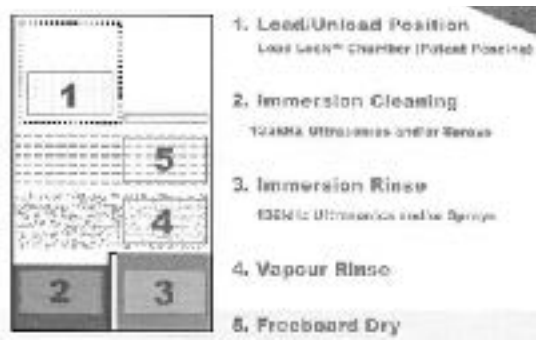
4 Výhody čištění ultrazvukem

- efektivní čištění v zapuštěných oblastech a slepých otvorech
- efektivní odstraňování mikro, sub-mikro a nano rozměrných kontaminantů
- schopnost čištění sestavy nebo zařízení
- správná chemie => výjimečné a důsledné čištění
- komponenty čištěné ultrazvukem jsou spolehlivější
- velmi malé nebo žádné poškození povrchu
- reprodukovatelné (konzistentní čištění)
- kratší doba zpracování

.

5 Rozpouštědlové čisticí systémy

5.1. Co je odmašťování v páře (parami)
Odmašťování parami je čisticí proces, který používá specializované, nehořlavé „nízkovroucí“ kapaliny k rozpuštění kontaminantů z čištěných dílů. Má schopnost rychle odstranit organické látky, jako jsou oleje, tuky, maziva a pryskyřice v jediném kroku. Při okolní teplotě je čištěný díl ponořen do páry rozpouštědel. Pára, která je teplejší než čištěný díl, kondenzuje na jeho povrchu a rozpouští organické látky. Čištěný díl se poté odvede do oblasti chlazení, kde se rozpouštědlo z části odpaří a ponechá díl čistý, bez skvrn a suchý. Jde o nepřetržitý a automatický recyklační proces, který udržuje rozpouštědlo čerstvé a účinné. Kromě tohoto základního postupu se často používá řada dalších čisticích operací, včetně ponoření a ultrazvukového čištění.



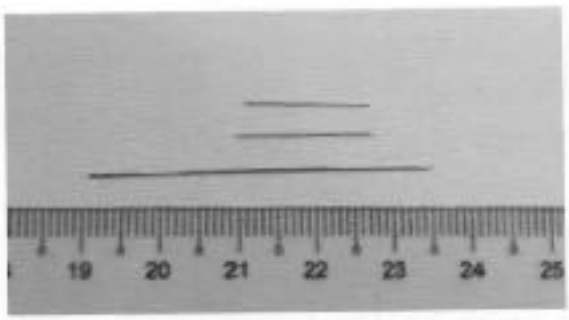
Obr.5 - Schéma procesu ultrazvukové parní čisticí linky

5.1.1 Výhody procesu odmašťování v páře (parami)

- díly jsou čištěny rychle, snadno, důsledně a levně
- spolehlivá technologie
- velmi jednoduchý proces
- nízká spotřeba energie
- není zapojena žádná voda
- možnost dodat linku na míru požadavek, tj. od malých po velké
- nominální odpad
- recyklace je součástí procesu

5.2. Proč používat odmašťování v páře

- některé části *(viz obr. 6 a obr. 7)* vyžadují kroky praní a oplachování s nízkým povrchovým napětím
- systémy pro čištění rozpouštědel obecně vyžadují méně prostoru než vodní systémy
- čištění rozpouštědlem dosahuje čistějších částí efektivněji tím, že se nezavádějí povrchově aktivní látky
- nekorozivní
- vytváří sušení bez skvrn



Obr. 6 - Jehly (průměr 0.15 mm)

Obr. 7 - Součástky se slepými dírami

6 Jak vybrat správné rozpouštědlo a čisticí systém

Při výběru správného systému je třeba vzít v úvahu několik faktorů:

- povaha vybraného rozpouštědla a procesu
- množství zpracovávaných dílů

- požadovaná úroveň čistoty dílů
- k dispozici podlahová plocha
- musí obsahovat a uchovávat rozpouštědlo
- snadná obsluha systému
- flexibilita procesu
- spolehlivost systému, udržovatelnost, opravitelnost
- dostupný rozpočet na nákup systému

6.1 Kauri-Butanolové číslo (KB hodnoty)

Rozpouštěcí sílu rozpouštědla lze měřit různými způsoby. Odvětví průmyslového čištění, stejně jako někteří uživatelé, přijali systém KB za účelem standardizace.
Účinnost rozpouštědla, vyjádřená hodnotou KB je množství rozpouštědla přidaného ke standardnímu roztoku kaurové pryskyřice v butanolu. Jak je stanoveno, je to počet mililitrů rozpouštědla, které musí být přidáno do 20 gramů standardního roztoku kauri při 25 ° C, aby se vytvořila dostatečná sraženina pryskyřice, takže potištěný list papíru bude při pohledu přes baňku rozmazaný a nečitelný.
Ve většině případů vytvoří požadovaný stav - 100 ml benzenu. Číslo KB pro benzen je tedy 100. Jedná se o libovolně uznávaný standard. Čím vyšší je KB číslo, tím je rozpouštědlo účinnější.

Chemical Name	KB value	B. point (°C)	Vapor density	Surface Tension (Dynes/cm)	Vapor pressure mm Hg at 25 °C	Heat of vaporization cal/g
TCE	129	87	4.53	28.7	70	56.4
PCE	90	121	5.76	32.3	20	50.1
Methylene Chloride	136	39.8	2.93	27.2	350	78.7
n-PB	125	71	4.25	25.3	111	58.8
HCFC (AK-225 AES)	41	52	7	16.8	291	40.6
HFC (Vertrel XP)	9.4	52	7.86	15.1	253	31.0
HFE-71IPA	10	54.8	7.51	14.5	207	39.5
Acetone	NA	56	2	22.7	229	134.7
Cyclohexane	58	80.7	2.9	24.9	95	85
IPA	NA	82	2.1	21.7	40	166.1
NMP	350	204.3	3.4	40.7	0.24	127.3
Trans-1-2-Dichloroethylene	117	47.8	3.34	27.5	330	72

Tab. 1 - KB hodnoty vybraných rozpouštědel

7 *Rozdělení rozpouštědel*

Sloučeniny poškozující ozonovou vrstvu (ODC)	- 1,1,1 TCA
Halogenovaná rozpouštědla	- TCE, methylenchlorid
Hořlavá rozpouštědla	- IPA, aceton atd
Rozpouštědla s vysokou teplotou varu	- NMP
Vysoce toxická rozpouštědla	- TCE atd.
Azeotropické směsi rozpouštědel	- HFE směsi, IPA / cyklohexan
Technická rozpouštědla	- Vapourclean

Čisticí systémy na vodní bázi jsou účinné v mnoha aplikacích, pro některé typy dílů jsou však nepraktické nebo nepoužitelné. Rozpouštědlové čisticí systémy se používají k odstraňování oleje, maziva, vosku a jiných tvrdých nečistot rozpustných v rozpouštědlech. Téměř všechny typy výrobků mohou být vyčištěny v ultrazvukových čisticích systémech s rozpouštědlem, bez obav o problémy s kontrolou kvality, např. částečné oxidace, účinné sušení a vodní skvrny. Je to právě proto, že se v procesu nepoužívá voda.

Zdroj textu: Vetrimurugan, J.Michael Goodson „CREST Ultrasonics & Megasonics cleaning technology“