

# 超声空化场速熔高分子化合物的现象及其机制

李化茂, 李宇华, 冯若, 吕家鸿, 谢锦平, 喻振源, 万慧军

(1. 井冈山师范学院—无锡市天彩生物有限公司超声研究室, 吉安 343009;

2. 南京大学; 3. 赣南师范学院近代声学研究所; 4. 吉安华声通信集团塑料加工厂)

中图分类号: TB559 文献标识码: A

## Fast melt of macromolecular compound in an ultrasonic cavitation field and its mechanism

LI Hua-mao<sup>1,2,3</sup>, LI Yu-hua<sup>1</sup>, Feng Ruo<sup>2</sup>, LÜ Jia-hong<sup>3</sup>,

XIE Jing-ping<sup>3</sup>, YU Zhen-yuan<sup>4</sup>, WAN Hui-jun<sup>1</sup>

(1, Ultrasound Group of Jinggongshan Normal College Wuxi Tiancai Biology Co, Ltd., Ji'an 343009, China)

### 1 引言

超声喷泉的灼热现象导致了喷射超声空化场和空化集中概念的提出<sup>[1,2]</sup>。本文作者还将这种物理新概念成功地应用于破穿冰块、解冻食品和促进苏铁种子萌发等实验中<sup>[3-5]</sup>。进一步的研究还表明,从换能器辐射面开始,在向上喷射着的这种空化水(场)的中轴线上均能引起灼热现象。本文报告了这种喷射超声空化场(水)速熔高分子化合物的现象,并提出了它的机制。

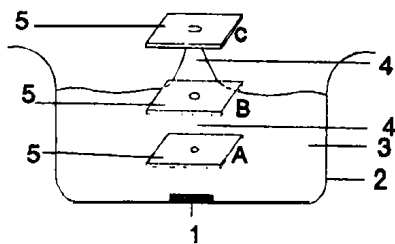
### 2 实验

实验装置见图 1<sup>[1]</sup>,实验时,将试样平放于频率 1.7MHz,声强为 18W/cm<sup>2</sup> 的超声喷泉中,如图 1 所示。超声空化场自下向上喷射,并让其冲击试样底部,几秒钟内可见试样的上表面或下表面出现熔化点。试样所处的位置不同,如 A、B 或 C 等,则熔化程度不同。

### 3 实验现象与结果

#### 3.1 熔化过程由表及里

当将试样置入超声喷泉时,几乎同时出现熔化现象。熔化点或始于试样下表面,或始于试样上表面,随试样的位置不同而不同,但熔化过程均是由表



1、压电陶瓷换能器; 2、容器; 3、自来水; 4、超声喷泉(即空化着的水,一种喷射超声空化场); 5、试样(有机玻璃, ABS 塑料等高分子化合物)

图 1 实验装置

及里延续的。图 2 是厚度为 7.3mm 的有机玻璃试样置于超声喷泉顶部时由表及里熔化 90s 后的状态。熔化区似土堆形,最大熔化区的宽度为 6mm,上部隆出部分的高度为 3.1mm,内部熔化的深度为 3.2mm。



图 2 有机玻璃试样由表及里的熔化状态

3.2 熔化区的大小和熔化速度随试样所处位置不同而不同

如图 1 所示,厚度为 2.5mm 的 ABS 塑料试样

收稿日期: 2000-01-21; 修回日期: 2000-05-15

作者简介: 李化茂(1942),男,教授,从事超声效应及其应用。

从位置 A 移到 B 和移到 C 时, 熔化区则由小变大, 熔化速度由慢变快。试验表明, 当试样移到超声喷泉顶部位置时(此时, 试样上表面已露出水面), 熔化区最大, 熔化速度也最快。

### 3.3 熔化区随超声空化场作用时间的增加而变大

图 3 表示了这种情况, 照片中 10 个有机玻璃试样从左至右、从上至下所用的时间分别是 4s、7s、10s、30s、50s 和 90s、110s、120s、160s 和 180s。显然, 熔化区(点)随作用时间的增加而变大。

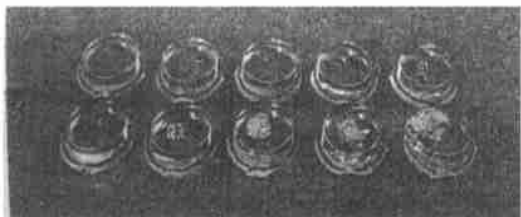


图 3 熔化区(点)随超声空化场作用时间的增加而变大

## 4 机制

这里所指的喷射超声空化场就是超声喷泉, 或者空化着的水。由于自来水并不纯净, 与试样、空气和容器壁之间的界面是不连续的, 周围的空气也因喷泉的不断翻动而溶入水中, 所以喷泉中存在大量的空化核, 其大部分在超声辐射力的作用下向上聚集, 越靠近喷泉的顶部, 空化核的密度越高。因此, 这种空化集中的灼热效应和机械效应也就越加明显<sup>[1,5,6]</sup>。根据这种解释, 作者对这种喷射超声空化场(水)的中轴线部位进行了温度测试, 得到了图 4 所示的分布曲线。图中  $h$  表示喷射超声空化场离开换能器辐射面的高度,  $T$  表示这种空化场冲击试

样 1min 时温度计上的读数, 51.3mm(Q) 表示不加超声时的水面高度, 60mm(P) 表示喷泉或空化场的顶部某一高度(注意: 它低于顶峰的高度 70mm)。显然, 这种相对温度分布特征支持了上述解释, 也与有机玻璃和 ABC 塑料的速熔现象与速熔结果相一致。

## 5 结论与讨论

综上所述, 超声空化场速熔高分子材料的现象仍基于超声喷泉内空化集中的灼热效应与机械效应所致。通过提高超声功率和增加空化核的密度可加速这种熔化现象并开拓其应用。

本研究由中科院声场声信息国家重点实验室、江西省自然科学基金委员会和南京大学近代声学国家重点实验室资助, 特此致谢。

### 参考文献:

- [1] Huamao Li, Yuhua Li, Zhouhua Li [J]. Ultrasonics Sonochemistry, 1997, 4: 217-218.
- [2] Huamao Li [C]. Proceedings of SPIE (Acousto-Optics and Applications III, 18-22 May 1998, Gdańsk-Jurata, Poland), 1998, 3581: 371-373.
- [3] Huamao Li, Jiahong L, Yuanling Lu *et al.* [C]. Ultrasonics World Congress 1997 Proceedings (24-27 Aug. 1997, Yokohama, Japan), 1997: 414-416.
- [4] 李化茂, 贺梅英, 冯若等. [J]. 声学技术, 1999, 18(1): 30-31.
- [5] 李化茂, 肖宜安, 冯若等. [J]. ACTA Physica Sinica, 1999, 8(supplement): S354-S356.
- [6] Leighton T. G. [J]. Ultrasonics Sonochemistry, 1995, 2(2): S123-136.

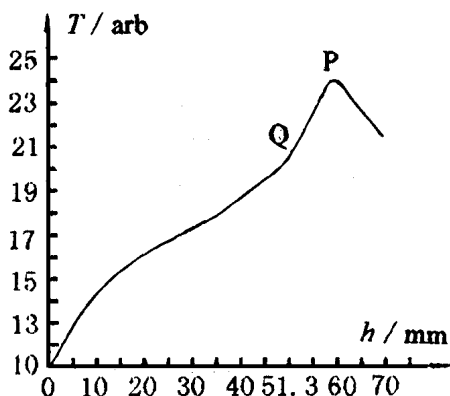


图 4 喷射超声空化场(水)的相对温度分布

## 欢迎订阅 2001 年《声学技术》

订阅地址: 上海市小木桥路 456 号

邮编: 200032

本刊编辑部

亦可向天津市大寺泉集北里别墅 17 号

邮编: 300381

全国非邮发联合征订部