玻璃润滑剂及其在热挤压中的应用

马英仁
（上海硅酸盐所）

摘　　要

本文介绍了玻璃润滑剂的配方、制备方法和有关性能。对它在锻压、挤压过程中的涂敷工艺作了概述，并列举了国内外的有关应用实例以供参考。

引　　言

在钢材或有色金属的热加工过程中，玻璃润滑剂是一种值得采用的固体润滑材料[1~4]。它在加热时，具有从固态逐步地过渡到塑性流动状态的特性，并能良好地附着于金属表面与变形金属一起流动，以致在金属表面形成完整的保护膜。这样，既起到了润滑作用又可避免制品在加热时的氧化，降低制品在加热过程中热量的流散速度，因而有利于提高制品的质量。同时还可显著地加速金属制品的热变形过程，提高其尺寸精度和制品的尺寸范围。

国内外多年来的实践证明，用玻璃作为金属机械加工和热处理时的润滑剂是非常有效的。本文就玻璃润滑剂的配方、制备方法和性能作一介绍，对它在金属锻造挤压过程中的涂敷工艺作一概述，并列举国内外的应用实例以供参考。

一、玻璃润滑剂的组成和性能

作为润滑剂同时起到防止金属在加热时氧化的玻璃，其化学成份应保证在与热态金属接触时具有惰性。在给定的温度和使用时间内能在金属表面形成具有足够牢固的塑性玻璃膜。所以选择玻璃润滑剂成份的依据是：

（1）玻璃熔体的粘度应随温度呈现较小的变化，这样可扩大挤压操作的温度范围，有利于提高润滑性能。

（2）化学稳定性良好，与钢材等金属不起化学反应，以防止润滑性能和金属强度的降低，並能防止贮藏和使用时的分解和变质。

（3）与钢材等金属材料的润湿性良好，具有优良的润滑性能。

同时还可以根据下列性能判断某种玻璃是否能用作玻璃润滑剂[7]：

把余量为0.2毫米，並涂有玻璃润滑剂的金属试样，加热到锻造温度，当其持久强度不降低，成品锻件的表面具有一层光亮而连续分布的薄膜时，则这样的玻璃材料是有可能作为润滑剂的。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表1列出了苏联、日本和瑞典等国用于挤压的若干玻璃润滑剂的化学组成[8]（表中编号1～3系日本配方、4～6系瑞典配方、其余为苏联配方）。

表1　　苏联、日本和瑞典等国用的玻璃润滑剂的化学组成

玻璃编号	化学组成（重量）%											
	SiO_2	B_2O_3	BaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	PbO	MgO	NaO	K_2O	CaF_2	其他
1	60.00			5.00		14.00			14.00			7.0
2	72.00			4.00		8.00			13.00			5.0
3	65.00			4.00		14.00			8.00			9.0
4	52.68	8.91		5.98		5.52			26.54			
5	51.26	8.12		6.55		3.06			31.72			
6	54.80	7.68		9.39		8.63			23.15			
7	72.5	1.00		1.59		5.00	2.0	2.0	13.00	3.0		
8	56.00	2.00		0.50	0.30	15.00			21.00	3.0	2.2	
9	69.00	1.20		3.40		6.10		3.2	16.20	0.7		0.8
10	80.00	1200		3.00					4.0	0.3		0.7
11	55.00	7.00	30^0	21.00		14.00						

除玻璃的成份外，热变形操作温度下润滑剂的粘度、膨胀系数、润滑剂涂层的性质以及玻璃的软化温度，均对挤压过程有很大的影响。其中、玻璃熔体的粘度具有特别重要的意义[8]，其粘度值保持在所要求的范围内（1000泊左右）的时间越长久，则挤压过程越稳定，润滑越有效。表2为日本用于挤压不锈钢管的玻璃润滑剂的配方及其与窗玻璃的比较。图1表明了相应于表2的玻璃在挤压操作温度下的粘度曲线。

表2　　日本挤压用玻璃润液剂的配方

编号	玻璃组成（重量）%							粘度为1000泊时的温度
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	B_2O_3	Na_2O	MgO	Li_2O	
1	40.5	—	0.5	29.5	25	4.5	—	813℃
2	51.5	—	0.5	20	24	3.5	0.5	845℃
3	55	—	1	19	23	1.5	0.5	860℃
4	57	—	1	19	21	0.5	0.5	893℃
5	58	—	1.2	18.5	21.3	0.5	0.5	913℃
6	59	0.3	1.5	17	20.7	0.5	1	945℃
7	60	0.8	1.7	15.5	20	0.5	1.5	961℃
8	61	2.5	2	12.5	19.5	0.5	2	991℃
9	62	3	3	10	91	0.5	2.5	1018℃
10	63	2.5	3.5	9	18	0.5	2.5	1048℃
11	65	4	3.5	7	17.2	0.5	2.5	1063℃
窗玻璃	70	3	8	—	15	4	—	1180℃

由表2和图1看出，玻璃组成中多加B_2O_3，相对减少SiO_2，同时增加Na_2O，能方便地降低玻璃熔体的粘度。当SiO_2＞63%或B_2O_3＜9%时，相应熔体粘度等于1000泊时的温度为1040℃以上；当SiO_2＜51.5%、B_2O_3＞20%时，则合适的熔体粘度在850℃以下。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Na_2O尤其能降低玻璃的粘度，它对钢材有良好的润滑作用，其含量至少在18%以上，但应限制在24%以下，以免影响化学稳定性。Al_2O_3对提高玻璃润滑剂的耐风化十分有效，但超过3.5%则使熔体粘度显著变化。添加Li_2O能大幅度降低玻璃熔体的粘度，但最多只能加到2.5%，否能会影响其化学稳定性。

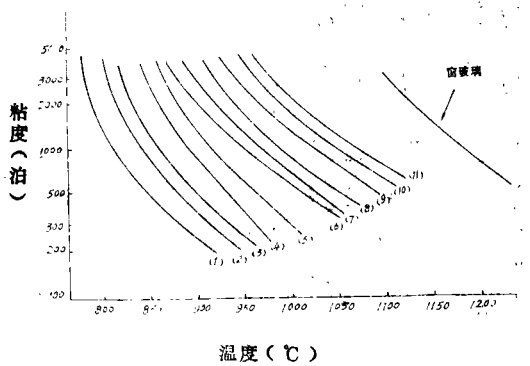


图1　玻璃熔体的粘度-温度曲线

玻璃润滑剂的膨胀系数应与相应的金属材料相匹配。改变化学成份可以使膨胀系数在5.7×10^{-7}/℃到150×10^{-7}/℃之间得到调节。

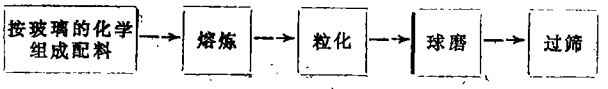
采用玻璃润滑剂能使挤压时的平均压力降低13～15%。模锻时、摩擦系数能比一般采用石墨润滑剂降低$\frac{1}{2}\sim\frac{1}{3}$。因而，使用玻璃润滑剂，不仅能保证制品的均匀变形，而且能延长工具的使用寿命。

涂有玻璃润滑剂的工件经模锻后，锻件表面上仍留下一层玻璃薄膜，经过喷砂除去玻璃涂层並通过热处理后，锻件表面上没有发现锈蚀斑迹。这就证明了玻璃润滑剂良好的润滑效果和防止金属氧化的作用。

二、玻璃润滑剂的制备和涂敷

1.玻璃润滑剂的制备

玻璃润滑剂主要是指水质玻璃悬浊液。按如下的方框图制备玻璃料，然后按润滑剂的配方将玻璃粉料与粘结剂和水配成悬浊液。



根据工件的表面加工性质，玻璃润滑剂的配料量可以有所变化。其中较好的玻璃润滑剂含有80～100（重量）%的玻璃、5～8%的粘土和4～6%的水玻璃。润滑剂配料应仔细称量和混合，同时在混合物中加水，其量占全部所需水量的80～90%，其余的水应分成小份加入，以防止悬浊液迅速失去粘性或造成结块现象。悬浊液的比重应在1.5～1.9范围内。

2.玻璃润滑剂的涂敷

将工件放在含2～3%Na_2CO_3的热皂水（40～50℃）中用刷子洗刷，然后用汽油或丙酮擦洗，再用热水洗涤，干燥后将玻璃润滑剂涂于工件表面。

涂敷玻璃润滑剂的方法很多。其一是把工件浸入熔融的玻璃体中一次或两次，使工件表面涂敷有一层玻璃润滑剂，它可使工件与空气隔绝，防止热加工中工件的氧化和散热作用。

第二种方法是将玻璃粉盛放在入料口料槽内，使料槽倾斜一个角度，当预热后的工件沿

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

料槽进入压筒时，与玻璃润滑剂粉接触，玻璃粉便粘附在工件表面，並被工件的热量所熔化，这样，工件的表面便涂上一层熔融的玻璃。这种方法只适用于圆柱形毛坯，否则不能保证获得均匀的涂层。

第三种方法是用毛刷等工具将玻璃悬浊液涂在工件上。然后将涂有玻璃悬浊液的工件干燥后，即可进行热加工。

三、应 用 实 例

（一）国外：

日本近年来在钢材的热挤压工艺中应用了玻璃润滑剂。

当采用表2所示组成的玻璃润滑剂时，则热挤压润滑的性能如图2～4所示[10]。在挤压工艺中玻璃润滑剂的等级评定标准如表3所列。其中以5分最高，1分最差。

由图2～4可以看出，日常用的窗玻璃组成的得分极低；粘度低的玻璃，得分却很高。其中以编号2、3、4的配方，它们的润滑效果最好，挤出钢管的表面质量优良，磨损也很少。

表3 挤压工艺中玻璃润滑剂的等级评定

等级	评分标准	磨损情况
5	挤压品的表面质量：优	模具的磨损：极少
4	挤压品的表面质量：良	模具的磨损：少
3	挤压品的表面质量：稍有不良	模具的磨损：稍多
2	挤出品的表面质量：差	模具的磨损：多
1	挤出品的表面质量：极差	模具的磨损：很多

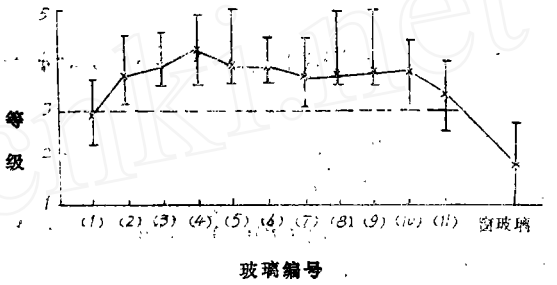


图2 挤压不锈钢时玻璃润滑剂性能

挤压条件：温度1220℃，钢材尺寸：φ40×t8×l 20000

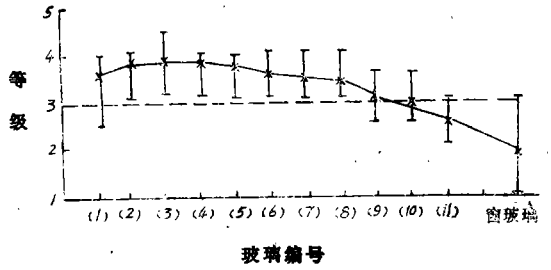


图3 挤压不锈钢时玻璃润滑剂的性能

挤压件条：温度1160℃、钢材尺寸：φ50×t8×l 20000

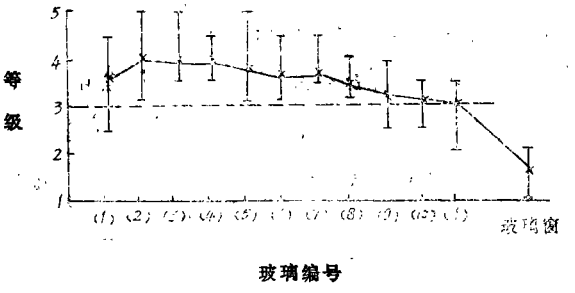


图4 挤压碳素钢时玻璃润滑剂的性能

挤压条件：温度1050℃、钢材尺寸φ38×t8×l 20000

选用表2中2、3、4号玻璃润滑剂的使用效果是：能稳定地制得外观质量良好的挤压品，成品率高，同时，因模具的磨损小，延长了模具的使用寿命。

（二）国内：

表4[10]为国内已投入生产的两种性能较好的玻璃润滑剂配方。其中1号料的软化温度430℃，2号料的软化温度为455℃，膨胀系数$\alpha = 178 \times 10^{-7}$，能溶于水。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

这两种玻璃润滑剂适用于挤压锆、钛等金属及其复合材料、挤压温度为800～900℃，玻璃料的熔制温度为1250℃。

表 4

名称 \ 编号 (%)	1 号 料	2 号 料
SiO_2	22	40
Al_2O_3	4	3
PbO	24	5
B_2O_3	19	10
BaO	9.5	
Na_2O	19.5	40
其 它	2	2

上海异型钢管厂采用 1 号、2 号料挤压钛铜复合棒，使用效果良好。

根据挤压材料的不同，可分别选用 1 号或 2 号料，其主要作用有下列四点：

（ 1 ）降低了挤压力；

（ 2 ）延长了模具的使用寿命；

（ 3 ）提高了产品质量，制品表面光洁、平整、无划痕；

（ 4 ）改善了车间环境。

挤压时的技术参数为：挤压力为 5 吨/厘米^2。模具用渗硼合金钢热处理。原来采用石墨牛油作润滑剂时每付模具只能挤压 1 ～ 2 根棒材，现采用玻璃润滑剂后最多曾挤压45根，並且产品质量显著改善，节省了人工，简化了生产工序。

参 考 文 献

〔1〕Glass Technol, **2** (1961), 5 : 199～200.

〔2〕B. P. 814, 558.

〔3〕B. P. 829, 744.

〔4〕B. P. 905, 989.

〔5〕Стекло и керамика, 1958, 7 : 8～12.

〔6〕Бюллетенъ механико-экономилеской информаций, 1963, 2 : 25～26.

〔7〕LuDvik Zagar und Gerd Schneider, Glastochniche Berichte, **41** (1968) 11 : 446～450.

〔8〕新编《玻璃工艺学》，西北轻工业学院主编，轻工业出版社，1982年。

〔9〕日本特许 昭和55-11629.

〔10〕上海市硅酸盐学会，《1981年年会论文摘要汇编》，P.11～12。

The Glass Lubricant and Its Application to Thermoset Extrusion

Ma Yingren

(*Shanghai Institute of Ceramics*)

Abstract

The prescription, preparation, and properties of glass lubricant are presented. The coating techniques used in the processes of forge pressing and extrusion are introduced briefly. Some practical examples in China or abroad are listed for reference.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net