

开炼机强化传热的分析与试验

杜永鹏 宋凯 韩凤群

(沈阳第四橡胶厂 110021)

摘要 开炼机为强化传热,用除垢剂洗涤辊筒内表面,改变辊筒腔内冷却水的喷射角度和喷孔位置,增设串联八棱除垢器,有效地提高了总的传热系数,降低了炼胶过程中的辊筒温度和胶料温度。

关键词 开炼机,传热

在开炼机加工胶料过程中,辊筒外表面和胶料温度升高,对加工工艺有不利的影响。因此,有效地控制辊筒温度是炼胶工艺过程中至关重要的环节。

我厂就开炼机的强化传热进行了综合分析 with 试验。采用 STW 除垢剂洗涤辊筒内表面,改变辊筒腔内冷却水的喷射角度及喷孔位置,在辊筒腔内增设串联八棱除垢器。经实测,有效地提高了总的传热系数 K 值,对降低炼胶过程中辊筒温度和胶料温度,收到了一定的效果。

1 开炼机传热的分析与试验

1.1 炼胶工艺过程散发的热量

炼胶工艺过程散发的热量可分为 4 个部分,即通过辊筒内部冷却水带走的热量、由于胶料温度升高消耗的热量、通过周围空气对流散发的热量和通过热辐射散发的热量。实际结果表明,后两者仅占总散发热量的 10%—25%,大部分热量要用冷却水带走。从传热角度分析,胶料温度升高正是由于冷却水带走的热量小于胶料摩擦产生的热量,造成了热量的积累的结果。因此,强化冷却水全过程的传热效果是问题的关键。

1.2 影响传热因素分析

从传热基本方程 $Q=K \cdot A \cdot \Delta T$ 来看,要降低辊筒温度即增大移走的热量 Q ,可从三方面着手,即减小热阻,提高总的传热系数 K 值;增大传热面积 A ;降低冷却水进水温

度,提高传热推动力即辊筒外表面与冷却水的温差 ΔT 。但是,在设备规格一定的情况下, A 为常数;在水源紧张、增设制冷装置造价昂贵的情况下,无法降低进水温度。因此,只能从提高总的传热系数 K 值即减小热阻方面进行改进。

总的热阻主要由三部分构成,即冷却水与壁面对流传热热阻 R_1 ;开炼机筒壁的导热热阻 R_2 ;附着在辊筒内表面的水垢及氧化层热阻 R_3 。其中 R_1 与冷却水温度有关, R_2 为常数。在冷却水初始温度和流量基本无法改变的情况下,降低辊温的关键就是如何消除垢层以减小热阻 R_3 值。

另外,开炼机辊筒内冷却水喷管上的喷孔通常呈 360°分布,冷却水向四周喷射在辊筒内壁上,然后沿壁面流下,在内壁面周围形成一定厚度的滞流层。同时,辊筒底部存有一定数量的水,停留时间较长,水温比出口温度高。这样,就相应减弱了传热推动力 ΔT 。

1.3 强化传热的措施

根据以上分析,采取了下列相应的措施。

1.3.1 用专用除垢剂清洗辊筒内壁垢层

采用 STW 除垢剂,加 2 倍水稀释。将辊筒冷却水进水管路拆除,用软管将辊筒与循环泵及盛有稀释后除垢剂的容器联通,使除垢剂循环冲洗辊筒内表面 24h,开炼机空运转,每个辊筒内串联 8 个八棱除垢器。然后除掉洗涤装置,联通冷却水管路,冲净洗涤过程中的残渣,引出排掉。

1.3.2 改变辊筒腔内冷却水喷孔分布位置

冷却水喷管的喷孔位置,由原四周360°钻孔改为上方210°均匀钻孔。

1.4 改进前后实测数据及计算对比

改进前后的辊温、水温及水流量的实测数据见附表。

附表 辊筒冷却水的温度及流量

项目	辊筒外表面温度, C	辊筒进水口水温, C	辊筒出水口水温, C	辊筒内表面温度, C	冷却水流量, kg · s ⁻¹
改进前	79.3	18.0	21.4	39.0	0.76
改进后	73.8	18.0	23.5	37.5	0.76

根据表中的实测数据,可计算冷却水带走的热量、传热系数和热阻。计算中所用符号的说明及单位如下:

Q ——冷却水带走的热量, kW;

G ——冷却水流量, kg · s⁻¹;

C_p ——冷却水比热容, 4.18 kJ · (kg · C)⁻¹;

ΔT ——温度差, C;

A ——辊筒传热面积(内表面), m²;

d ——辊筒内径, 0.31 m;

D ——辊筒外径, 0.51 m;

L ——辊筒长度, 1.23 m;

K ——总的传热系数, kW · (m² · C)⁻¹;

α ——冷却水与内壁面的传热系数, kW · (m² · C)⁻¹;

λ ——铸铁的导热系数, 0.063 kW · (m² · C)⁻¹;

R ——热阻, m² · C · (kW)⁻¹, 其中 R_1, R_2, R_3 的意义同前。

改进前:

$$Q = G \cdot C_p \cdot \Delta T = 0.76 \times 4.18 \times (21.4 - 18.0) = 10.8$$

$$A = \pi d L = 3.14 \times 0.31 \times 1.23 = 1.20$$

$$K = \frac{Q}{\Delta T \cdot A}$$

$$= \frac{10.8}{[79.3 - (18.0 + 21.4) \div 2] \times 1.2}$$

$$= 0.151$$

$$\alpha = \frac{Q}{\Delta T \cdot A}$$

$$= \frac{10.8}{[39.0 - (18.0 + 21.4) \div 2] \times 1.2}$$

$$= 0.466$$

$$R_1 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0.466} = 2.14$$

$$R_2 = \frac{d}{\lambda} \ln \frac{D}{d} = \frac{0.31}{0.063} \ln \frac{0.51}{0.31} = 2.45$$

由 $K = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3}$, 得

$$R_3 = \frac{1}{K} - R_1 - R_2 = \frac{1}{0.151} - 2.14 - 2.45 = 2.03$$

改进后:

$$Q = G \cdot C_p \cdot \Delta T = 0.76 \times 4.18 \times (23.5 - 18.0) = 17.5$$

$$K = \frac{Q}{\Delta T \cdot A}$$

$$= \frac{17.5}{[73.8 - (18.0 + 23.5) \div 2] \times 1.2}$$

$$= 0.275$$

$$\alpha = \frac{Q}{\Delta T \cdot A}$$

$$= \frac{17.5}{[37.5 - (18.0 + 23.5) \div 2] \times 1.2}$$

$$= 0.871$$

$$R_1 = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0.871} = 1.15$$

$$R_3 = \frac{1}{K} - R_1 - R_2 = \frac{1}{0.275} - 1.15 - 2.45 = 0.04$$

2 结论

通过以上对开炼机的实测试验与分析,可以看出在开炼机进水口冷却水量、水压、水温不变的情况下,经改进后,冷却水单位时间内所带走的热量提高了62%,总的传热系数 K 值亦有大幅度提高,热阻 R_3 由2.03降至0.04,几乎消除了垢层及氧化层

对热传导的影响,有效提高了冷却水的冷却效果和利用率。

在辊筒内增设八棱机械除垢器,不仅在洗涤过程中起到摩擦清除垢层的作用,而且在洗涤后仍留于辊筒内,可以对辊筒内存留水进行搅拌,对于减少滞流层水温的上下温差是有效的。同时,改变辊筒内冷却水管喷孔

位置和覆盖角度,也减少了滞流层对热传导的影响。

综上所述,在水源方面受到客观条件限制的情况下采取上述措施,对强化开炼机冷却效果,有效地提高冷却水的利用率,是行之有效的的方法之一。

收稿日期 1994-05-17

1995年《橡胶工业》《轮胎工业》

编委通讯员会议在徐州召开

1995年《橡胶工业》《轮胎工业》编委通讯员会议于1995年4月7—10日在徐州召开。

出席会议的有56个单位的代表共70人,其中两刊编委22人,通讯员40人。

会议开幕式由《橡胶工业》主编、《轮胎工业》编委会主任委员、化工部北京橡胶工业研究设计院副总工程师陈志宏主持并致开幕词。《橡胶工业》编委会主任委员、中联橡胶总公司董事长、总经理黎扬善和《轮胎工业》编委会副主任委员、化工部生产协调司橡胶处副处长赵文权出席了会议并讲了话。

会议期间,与会代表讨论了编委会和通讯员工作条例、1995—1996年度报道大纲和组稿计划,提出了很多修改意见。两刊编委会委员重点讨论和修改了两刊的办刊方针。《橡胶工业》新的办刊方针是:“紧密围绕我国橡胶工业技术进步和市场经济发展的需要,突出综合性,兼顾专业性;坚持理论与实践相

结合,提高与普及相结合的原则;重视技术与经济信息的报道;不断提高刊物的指导性、适用性和时效性。”

会上还公布了两刊编辑部及部分编委评选出的9位优秀编委和21位优秀通讯员名单,并颁发了荣誉证书和奖金。《橡胶工业》优秀编委为赵光贤、周彦豪、杨顺根、王东生、施庆秋;《轮胎工业》优秀编委为黄世权、贺学圣、陈肇渭、戴近禹。优秀通讯员一等奖获得者为宋文玲、高清多;二等奖获得者为杨立军、张友华、宫庆德、罗怀和、薛虎军、雒家敬、林惠音、李登丰;三等奖获得者为杨树田、刘燕生、林礼贵、李强、张亨顺、魏崇章、曾加庚、张清珍、赵正平、刘传成、马培瑜。4位优秀编委和两位优秀通讯员代表在会上交流了工作经验。

通过会议报告、阅读文件及讨论,交流了情况,沟通了信息,增进了友谊,会议获得了圆满成功。

本刊编辑部