

编号:0200

科学技术成果报告

高 料 层 蒸 烘 机

W1
贵州省图书馆

科学技术文献出版社

目 录

一、前言	(1)
二、工作原理	(1)
三、结构	(2)
四、工艺参数	(3)
五、主要零部件和耗汽、耗电计算	(3)
六、生产试验的工艺流程和操作方法	(16)
七、试验内容和测定方法	(17)
八、试验测定和结果分析	(19)
九、各项技术经济指标比较	(33)
十、小结	(33)
十一、改进意见	(33)
参考资料	(34)

高料层蒸烘机

粮食部陕西油脂科学研究所

浙江省海宁实验油厂

一、前 言

随着我国油脂工业的发展,对含油高的油料的制油方法比较普遍地采用了预榨——浸出制油新工艺,对增产油脂发挥了很大的作用。在连续浸出油厂中,蒸烘机对于保证成品粕的质量,降低溶剂损耗和动力(蒸汽和电)消耗均起着重要作用。

目前国内外比较普遍使用的多层立式蒸烘机,一般有5~9层。国内的立式蒸烘机还有蒸汽边夹层。因此,多层立式蒸烘机结构较复杂,消耗钢材较多,制造也较困难。而且这种蒸烘机主要靠间接蒸汽蒸脱浸出粕中溶剂,所需的工作蒸汽压力也比较高。

根据对外技术座谈资料,结合我国的实际情况研究设计的直径为1.3米的高料层蒸烘机只有两层。生产试验结果表明:通过高料层蒸烘机蒸脱后的粕中残留溶剂量在400ppm以下,水分在12%以下。经长期生产使用考核,其机械性能和工艺性能稳定可靠。并具有耗用钢材少、制造容易、操作方便、动力消耗省等优点。对今后推广预榨——连续浸出法的制油工艺,有一定价值。

二、工 作 原 理

从浸出器出来的湿粕一般含有25%左右的溶剂。湿粕进到多层立式蒸烘机内后,在各层逐渐存有料粕。但各层存料少,料层薄(料层厚度约250毫米左右)。在一般的多层立式蒸烘机的第一层上的搅拌叶后面附有直接蒸汽喷管,对料层喷直接蒸汽。由于料层薄,直接蒸汽很快通过料层。蒸汽与湿粕接触时间很短,也很不均匀,只能蒸脱湿粕中的部分溶剂,而剩下的大部分溶剂还要靠其他各层的底夹层和边夹层的间接蒸汽加热进行蒸脱。因此,多层立式蒸烘机的热的利用率低,蒸汽消耗较大。

高料层蒸烘机应用蒸汽蒸馏的原理来蒸脱浸出粕中的溶剂。

含溶剂的湿粕进到高料层蒸烘机的上层内(这层料层较厚,有1500毫米左右),随着搅拌叶不断搅拌,向下运动。直接蒸汽从底夹层上的许多小孔喷入到料层中。湿粕与直接蒸汽逆向流动,有充分时间使其均匀接触。溶剂的蒸发使直接蒸汽凝结在粕上,为蒸脱溶剂提供了必要的水份。而且蒸脱溶剂所产生的二次蒸汽又对刚进高料层蒸烘机的湿粕进行预热。从而使高料层蒸烘机具有极好的热交换效率,最大限度地利用了直接蒸汽。由于用直接蒸汽蒸

脱粕中的溶剂，使溶剂与水形成共沸蒸馏，降低了溶剂的沸点。这些就使高料层蒸烘机提高了蒸脱溶剂的效率，能够比较完全地蒸脱粕中的溶剂，又减少了蒸汽的消耗。也使高料层蒸烘机仅用一层完成蒸脱粕中溶剂成为可能。

三、结 构

(一) 高料层蒸烘机总体结构的确定

鉴于目前多层立式蒸烘机存在着各层存料少、料层薄、蒸汽与含溶剂的湿粕接触时间短等缺点。参考鲁奇式蒸烘机和罐组浸出器的特点。它们的料层高度都比较高。像罐组浸出器的料层高在1米至2米。罐组浸出器在完成浸出工序后，依靠浸出罐底部喷入直接蒸汽来蒸脱粕中残存溶剂。蒸脱后的粕中含溶剂比较低。因此，用直接蒸汽蒸脱粕中溶剂的方法是好的。单用一层蒸脱粕中溶剂也是有可能。对预榨——浸出的粕水分较低，可以不考虑粕的烘干。粕的冷却，也可在粕的输送过程中设法解决（如采用风运）。为了保证成品粕中的残留溶剂量和水分达到国家规定要求，设计的试验样机，按两层考虑进行设计。上层为高料层、从底夹层上喷直接蒸汽蒸脱粕中溶剂。下层为薄料层用底夹层的间接蒸汽对蒸脱后的粕再进一步蒸脱烘干。

从国外资料和罐组浸出器的使用经验，高料层蒸烘机不用蒸汽边夹层。

(二) 料层高度的控制和出料机构的确定

料层高度的控制和出料机构，目前国内有自动料门和喇叭口两种形式。自动料门有本层控制本层的，也有下层控制上层的。根据使用经验，以本层控制本层的比喇叭口和下层控制上层的要好。国外还有一种长锥形封闭阀下料器。下料口是沿径向成长方形的口，阀芯是锥形，能使整个料层连续均匀下料。同时对蒸脱层起密封作用。通过无级变速机构控制下料量。以达到控制料层高度。本设计上层采用锥形封闭阀的结构。下层采用本层控制本层的自动料门的结构。

(三) 搅拌装置的确定

为了不使料粕在高料层蒸烘机内发生搭桥和蒸汽走短路而影响蒸脱效果。本设计的搅拌叶的装置见图1所示。

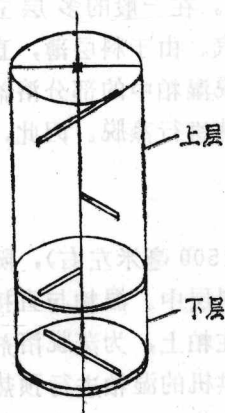


图 1

在上层内装三套搅拌叶。最上面一套装两把搅拌叶。目的使进入高料层蒸烘机内的湿粕能很快的均匀分散在料层上面。中间一套和底层一套各装一把搅拌叶，防止蒸汽短路，均匀下料，提高蒸脱溶剂效果。

下层内装一套两把搅拌叶，使出料均匀。

(四) 上层直接蒸汽喷孔分布的确定

直接蒸汽喷孔的分布，主要考虑蒸烘机底面上存放的料粕与半径的平方成正比。为了使整个料层都能均匀的接触蒸汽，不使蒸汽走短路，直接蒸汽喷孔均匀分布在底板上是很重要的。本设计采用小孔、多孔、同心圆等距离的原则进行布孔。

四、工 艺 参 数

根据计划任务书，有关的国内外立式蒸烘机资料和罐组浸出器的工艺参数，以及陕西汉中油厂改进原有的6层立式蒸烘机所测定数据为依据。确定高料层蒸烘机的工艺参数如下：

(一) 处理量：35~50 吨粕/日。

(二) 上层料层高度：1~1.5 米。

(三) 蒸脱时间：

1. 上层：30 分钟。

2. 下层：8 分钟。

(四) 主轴（搅拌轴）转速：15 转/分。

(五) 蒸脱后的粕中残留溶剂量：700ppm 以下。

(六) 蒸脱后的粕中含水率：12% 以下（当预榨饼水份在 4% 以下时）。

注：处理量、粕中残留溶剂量和含水率是根据计划任务书；料层高度和蒸脱时间是根据罐组浸出器和汉中油厂立式蒸烘机的使用经验；转速是根据对外技术座谈资料。

五、主要零部件和耗汽、耗电计算

(一) 蒸烘机上层蒸脱缸的直径和高度

蒸烘机上层蒸脱缸的直径及高度如图 2 所示。

最大处理量： $Q = 50$ 吨/日；

料层高： $h_1 = 1.5$ 米；

蒸脱时间： $t_1 = 0.5$ 小时；

浸出粕容重： $r = 0.55$ 吨/米³。

1. 上层蒸脱缸的直径 D ：

$$D = \sqrt{\frac{Qt_1}{6\pi h_1 r}} = \sqrt{\frac{50 \times 0.5}{6 \times 3.14 \times 1.5 \times 0.55}} = 1.27 \text{ 米}$$

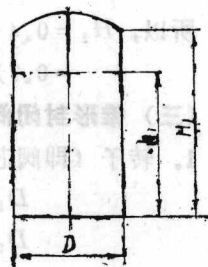


图 2

取 $D = 1.3$ 米。

2. 上层蒸脱缸高 H_1 ：

根据油厂经验喷直接蒸汽的蒸脱缸总高：

$$H_1 = h_1 + (0.6 \sim 0.8) \text{ 米；}$$

所以， $H_1 = 1.5 + 0.7 = 2.2$ 米。

(二) 下层蒸烘缸壁厚、底板厚和高度

下层蒸烘缸的壁厚、底板厚和高度如图 3 所示。

设：间接蒸汽最大压力： $P = 6$ 公斤/厘米²；

下层蒸烘时间： $t_2 = \frac{8}{60}$ 小时，

取：下层直径： $D = 1.3$ 米。

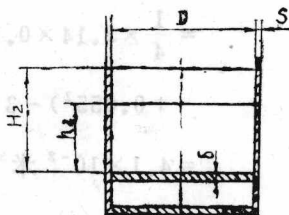


图 3

1. 壁厚 S :

查化工通用机械专业标准 TH3003—59 得: 壁厚 $S = 5$ 毫米。

考虑腐蚀、磨损和使用年限长,

取: $S = 10$ 毫米。

2. 底板 δ :

$$\delta = T \sqrt{\frac{P}{[\sigma]K}} + C = 27 \sqrt{\frac{6}{1300 \times 4}} + 0.2 = 1.11 \text{ 厘米}。$$

取: $\delta = 12$ 毫米。

拉钉节距: $T = 270$ 毫米; (见图 4)

许用应力: $[\sigma] = 1300$ 公斤

拉钉表面结构特征系数: $K = 4$;

腐蚀、磨损裕度: $C = 2$ 毫米。

3. 下层蒸烘缸高 H_2 :

下层料层高度 h_2 :

$$h_2 = \frac{Qt_2}{6\pi r D^2} = \frac{50 \times \frac{8}{60}}{6 \times 3.14 \times 0.55 \times 1.3^2} = 0.38 \text{ 米}。$$

取: $h_2 = 0.4$ 米。

根据油厂经验用间接蒸汽烘干缸高 H_2 :

$$H_2 = h_2 + (0.3 \sim 0.4) \text{ 米}。$$

所以, $H_2 = 0.4 + 0.3$

$$= 0.7 \text{ 米}$$

(三) 锥形封闭阀下料器的计算

1. 转子 (即阀芯, 见图 5) 的有效容积 V :

$$D_1 = 150 \text{ 毫米};$$

$$D_2 = 120 \text{ 毫米};$$

$$D_3 = 55 \text{ 毫米};$$

$$S = 6 \text{ 毫米};$$

$$L = 400 \text{ 毫米}。$$

$$V = \frac{1}{4}\pi D_1^2 L - \frac{1}{12}\pi L (D_2^2 + D_2 D_3 + D_3^2) - 3LS \left(\frac{2D_1 - D_2 - D_3}{2} \right)$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.15^2 \times 0.4 - \frac{1}{12} \times 3.14 \times 0.4 (0.12^2 + 0.12 \times 0.055$$

$$+ 0.055^2) - 3 \times 0.4 \times 0.006 \left(\frac{2 \times 0.15 - 0.12 - 0.055}{2} \right)$$

$$= 4.1 \times 10^{-3} \text{ 米}^3。$$

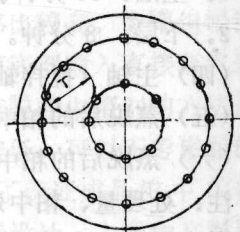


图 4

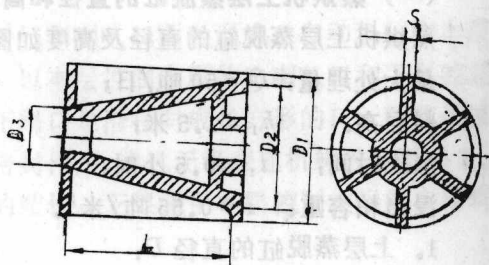


图 5

2. 转子（阀芯）的转速：

设：转子每转一转的下料量为 Q^1 。

取：粕的容重 $\gamma = 0.55$ 吨/米³。

$$Q^1 = V\gamma$$

$$= 4.1 \times 10^{-3} \times 0.55$$

$$= 2.25 \times 10^{-3} \text{ 吨/转}$$

$$= 2.25 \text{ 公斤/转。}$$

当处理量为 $Q_1 = 35$ 吨/日，设其转速为 n_1 ：

$$n_1 = \frac{Q_1}{24 \times 60 Q^1} = \frac{35}{24 \times 60 \times 2.25 \times 10^{-3}} = 10.8 \text{ 转/分。}$$

当处理量为 $Q_2 = 50$ 吨/日，设其转速为 n_2 ：

$$n_2 = \frac{50}{24 \times 60 \times 2.25 \times 10^{-3}} = 15.43 \text{ 转/分。}$$

（四）上层蒸脱缸耗汽量的计算

设：进蒸烘机粕量 $G = 50$ 吨/日；

含水率为：3%。

则：粕含水量 $G_1 = 50 \times 3\% = 1.5$ 吨/日。

$$\text{干粕量 } G_2 = G - G_1$$

$$= 50 - 1.5$$

$$= 48.5 \text{ 吨/日}$$

设：粕中带溶剂量为粕量的 25%

则：粕中含溶剂量 $G_3 = G \times 25\%$

$$= 50 \times 25\%$$

$$= 12.5 \text{ 吨/日}$$

设：湿粕进蒸烘机时温度为 $T_1 = 45^\circ\text{C}$

蒸脱后的粕的温度为 $T_2 = 105^\circ\text{C}$

取：溶剂平均分子量 $M_1 = 90$

则：蒸汽蒸馏时溶剂共沸点 $T_3 = 67^\circ\text{C}$

设：蒸脱缸上部溶剂蒸汽温度 $T_4 = 80^\circ\text{C}$

取：水的比热 $C_1 = 1$ 千卡/公斤 $\cdot$ $^\circ\text{C}$

粕的比热 $C_2 = 0.5$ 千卡/公斤 $\cdot$ $^\circ\text{C}$

溶剂的比热 $C_3 = 0.5$ 千卡/公斤 $\cdot$ $^\circ\text{C}$

溶剂气体的比热 $C_4 = 0.34$ 千卡/公斤 $\cdot$ $^\circ\text{C}$

溶剂的汽化潜热 $\gamma = 80$ 千卡/公斤

105 $^\circ\text{C}$ 的水的热焓 $i_1 = 105.14$ 千卡/公斤

80 $^\circ\text{C}$ 的蒸汽的热焓 $i_2 = 631.3$ 千卡/公斤

设：工作蒸汽压力 $P = 1.5$ 公斤/厘米²（绝对压力）

温度 $T_5 = 110.79^\circ\text{C}$

热焓 $i_3 = 643.1$ 千卡/公斤。

1. 蒸脱时未凝缩的蒸汽量 G_4 :

计算未凝缩的蒸汽量, 可按经验数据计算, 也可按蒸汽蒸馏法计算。现将这两种方法分别计算如下:

(1) 按吉林省蛟河油厂经验数据计算:

根据蛟河油厂经验未凝缩的蒸汽量为粕量的 10% 计算:

$$\begin{aligned} \text{则未凝缩的蒸汽量: } G'_4 &= G \times 10\% \\ &= 50 \times 10\% \\ &= 5 \text{ 吨/日} \end{aligned}$$

(2) 按蒸汽蒸馏法计算:

设: 蒸汽蒸馏时带出 12.5 吨/日溶剂所需的蒸汽量为 G''_4 (即未凝缩的蒸汽量)

$$G''_4 = \frac{P_2 M_2}{P_1 M_1 \varphi} G_3 = \frac{205 \times 18}{555 \times 90 \times 0.7} \times 12.5 = 1.32 \text{ 吨/日}$$

在 67℃ 时, 蒸汽分压 $P_2 = 205$ 毫米汞柱;

在常压下蒸馏则溶剂气体分压 P_1 :

$$\begin{aligned} P_1 &= 760 - P_2 \\ &= 760 - 205 \\ &= 555 \text{ 毫米汞柱} \end{aligned}$$

蒸汽分子量 $M_2 = 18$

饱和系数 $\varphi = 0.6 \sim 0.8$

取 $\varphi = 0.7$ 。

2. 加热水、粕、溶剂和溶剂气体所需的蒸汽量 G_5 :

(1) 由 45℃ 的水加热到 105℃ 时, 所需的热量 Q_1 :

$$\begin{aligned} Q_1 &= G_1 C_1 (T_2 - T_1) \\ &= 1.5 \times 10^3 \times 1 (105 - 45) \\ &= 9 \times 10^4 \text{ 千卡} \end{aligned}$$

(2) 由 45℃ 的粕加热到 105℃ 时, 所需的热量 Q_2 :

$$\begin{aligned} Q_2 &= G_2 C_2 (T_2 - T_1) \\ &= 48.5 \times 10^3 \times 0.5 (105 - 45) \\ &= 145.5 \times 10^4 \text{ 千卡} \end{aligned}$$

(3) 由 45℃ 的溶剂加热到 67℃ 时, 所需的热量 Q_3 :

$$\begin{aligned} Q_3 &= G_3 C_3 (T_3 - T_1) \\ &= 12.5 \times 10^3 \times 0.5 (67 - 45) \\ &= 13.75 \times 10^4 \text{ 千卡} \end{aligned}$$

(4) 溶剂汽化时, 所需的热量 Q_4 :

$$\begin{aligned} Q_4 &= G_3 \gamma \\ &= 12.5 \times 10^3 \times 80 \\ &= 100 \times 10^4 \text{ 千卡} \end{aligned}$$

(5) 溶剂气体由 67℃ 加热到 80℃ 时, 所需的热量 Q_5 :

$$Q_5 = G_3 C_4 (T_4 - T_3)$$

$$= 12.5 \times 10^3 \times 0.34 (80 - 67)$$

$$= 5.525 \times 10^4 \text{ 千卡。}$$

(6) 随溶剂逸出的未凝缩蒸汽 G_4 由 110.79°C 冷却到 80°C 时放出的热量 Q_6 ：

(a) 按经验法算的 Q'_6 ：

$$Q'_6 = G'_4 (i_3 - i_2)$$

$$= 5 \times 10^3 (643.1 - 631.3)$$

$$= 5.9 \times 10^4 \text{ 千卡}$$

(b) 按蒸馏法算的 Q''_6 ：

$$Q''_6 = G''_4 (i_3 - i_2)$$

$$= 1.32 \times 10^3 (643.1 - 631.3)$$

$$= 1.557 \times 10^4 \text{ 千卡}$$

(7) 设用 1.5 公斤/厘米^2 (绝对压力) 的蒸汽为加热热源，放热冷凝后转为 105°C 的水存于粕中。蒸汽放出的潜热 r' ：

$$r' = i_2 - i_1$$

$$= 643.1 - 105.14$$

$$= 537.96 \text{ 千卡}$$

(8) 加热水、粕、溶剂和溶剂气体所需的蒸汽量 G_5 ：

(a) 按经验法计算：

$$G'_5 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q'_6}{r'}$$

$$= \frac{(9 + 145.5 + 13.75 + 100 + 5.525) \times 10^4 - 5.9 \times 10^4}{537.96}$$

$$= \frac{273.775 \times 10^4 - 5.9 \times 10^4}{537.96}$$

$$= 4979.46 \text{ 公斤/日}$$

(b) 按蒸馏法算：

$$G''_5 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 - Q''_6}{r'}$$

$$= \frac{273.775 \times 10^4 - 1.557 \times 10^4}{537.96}$$

$$= 5060.19 \text{ 公斤/日}$$

3. 上层蒸脱缸总耗汽量 G_6 ：

(1) 经验法算：

$$G'_6 = G'_4 + G'_5$$

$$= 5 \times 10^3 + 4.979 \times 10^3$$

$$= 9979 \text{ 公斤/日}$$

每小时耗蒸汽量：

$$g'_6 = \frac{G'_6}{24} = \frac{9979}{24} = 415.8 \text{ 公斤/时}$$

(2) 蒸馏法算:

$$G''_6 = G''_4 + G''_5$$

$$= 1.319 \times 10^3 + 5.06 \times 10^3$$

$$= 6379 \text{ 公斤/日}$$

每小时耗蒸汽量:

$$g''_6 = \frac{G''}{24} = \frac{6379}{24} = 265.8 \text{ 公斤/时}$$

(3) 经验法计算的和蒸馏法计算的蒸汽耗量比较:

经验法计算所耗蒸汽量 $G' = 415.8$ 公斤/时

蒸馏法计算所耗蒸汽量 $G'' = 265.8$ 公斤/时

两法计算耗汽量相差: $\Delta = 150$ 公斤/时

(五) 上层蒸脱缸底盘直接蒸汽喷孔的孔数

根据对外技术座谈资料介绍, 直接蒸汽喷孔的直径为 2.4 毫米。底盘用的是耐磨钢材。我国蒸烘机一般都用普通低碳钢制造。考虑蒸汽对喷孔的磨损, 本设计取直接蒸汽喷孔直径 $d = 2$ 毫米。工作的直接蒸汽为干饱和蒸汽。

设直接蒸汽绝压力 $P_1 = 1.5$ 公斤/厘米²。

则蒸汽的比容 $V'' = 1.181$ 米³/公斤。

干饱和蒸汽的 $K = 1.135$

在常压下蒸脱溶剂, 则 $P_2 = 1$ 公斤/厘米²

每小时耗蒸汽量为 g_6 :

1. 一个喷汽孔的蒸汽流量 G' :

干饱和蒸汽的压力临界比值 V_{KP}

$$V_{KP} = \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K-1}} = \left(\frac{2}{1.135+1} \right)^{\frac{1.135}{1.135-1}} = 0.577$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{1.5} = 0.666$$

$$\text{因 } \frac{P_2}{P_1} > V_{KP}$$

$$\text{则 } G' = 3.6 \times 10^3 \frac{1}{4} \pi d^2 \sqrt{2g \cdot \frac{K}{K-1} \cdot \frac{P_1}{V''} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K+1}{K}} \right]}$$

$$= 3.6 \times 10^3 \frac{1}{4} \times 3.14 \times 2^2 \times 10^{-6} \times$$

$$\sqrt{2 \times 9.81 \times \frac{1.135}{1.135-1} \times \frac{1.5 \times 10^4}{1.181} \left[\left(\frac{1}{1.5} \right)^{\frac{2}{1.135}} - \left(\frac{1}{1.5} \right)^{\frac{1.135+1}{1.135}} \right]}$$

$$= 2.5 \text{ 公斤/时。}$$

2. 喷汽孔的孔数 n :

(1) 耗蒸汽量 $g'_6 = 415.8$ 公斤/时

$$\text{孔数 } n' = \frac{g'_6}{G'} = \frac{415.8}{2.5} = 166.32 \text{ 孔}$$

(2) 耗蒸汽量 $g''_6 = 265.8$ 公斤/时

$$\text{孔数 } n'' = \frac{265.8}{2.5} = 106.32 \text{ 孔}$$

(3) 取喷孔数 $n = 165$ 孔

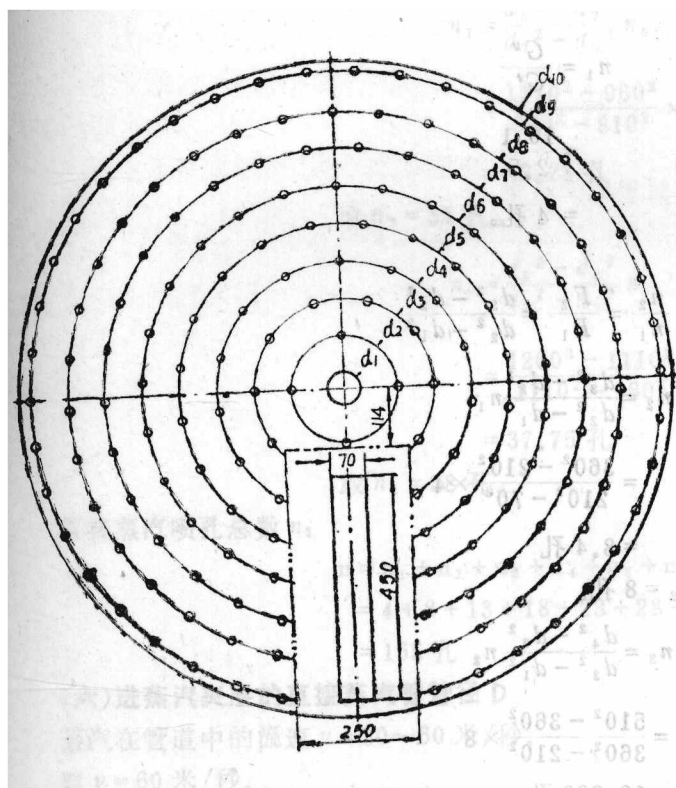
3. 直接蒸汽喷孔的分布:

如前面高料层蒸烘机结构的确定中所述: 为了使整个蒸脱缸内的料层都能均匀地接触蒸汽, 不使蒸汽走短路, 直接蒸汽喷孔采用同心圆等距离的原则进行布孔。

本设计 165 孔分 8 圈等距离布孔。每圈直径相差 150 毫米。

考虑底盘还有出料口, 设计时按图 6 所示结构布孔。

底盘内、外径和各分布孔圈直径如下:



$d_1 = 70$ 毫米,
 $d_2 = 210$ 毫米,
 $d_3 = 360$ 毫米,
 $d_4 = 510$ 毫米,
 $d_5 = 660$ 毫米,
 $d_6 = 810$ 毫米,
 $d_7 = 960$ 毫米,
 $d_8 = 1110$ 毫米,
 $d_9 = 1260$ 毫米,
 $d_{10} = 1300$ 毫米。

图 6 底盘直接蒸汽喷孔分布图

各圈布孔数分别为: $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, n_7, n_8$ 。

取蒸烘机耗汽量为 $g'_6 = 415.8$ 公斤/时,

则每公斤粕每小时耗蒸汽量为 g_7 :

$$g_7 = \frac{g'_6}{G}$$

(2) 蒸汽耗量:

$$= \frac{415.8 \times 24}{50 \times 10^3} = 8.311 \text{ 公斤/时}$$

$$= 0.199 \text{ 公斤蒸汽/公斤粕.}$$

在第一圈内的粕每小时所耗的蒸汽量 G'' :

$$G'' = \frac{\pi(d_2^2 - d_1^2)}{4t} r h g_7$$

$$= \frac{3.14(0.21^2 - 0.07^2)}{4 \times 0.5} \times 0.55 \times 10^3 \times 1.5 \times 0.199$$

$$= 10.1 \text{ 公斤/时}$$

r ——粕容重

h ——料层高度

t ——蒸脱时间

第一圈的喷孔数 n_1

$$n_1 = \frac{G''}{G'}$$

$$= \frac{10.1}{2.5}$$

$$= 4 \text{ 孔.}$$

其余各圈的喷孔数:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{d_3^2 - d_2^2}{d_2^2 - d_1^2}$$

$$n_2 = \frac{d_3^2 - d_2^2}{d_2^2 - d_1^2} n_1$$

$$= \frac{360^2 - 210^2}{210^2 - 70^2} \times 4$$

$$= 8.4 \text{ 孔}$$

$$\text{取 } n_2 = 8 \text{ 孔.}$$

$$n_3 = \frac{d_4^2 - d_3^2}{d_3^2 - d_1^2} n_2$$

$$= \frac{510^2 - 360^2}{360^2 - 210^2} \times 8$$

$$= 12.208 \text{ 孔}$$

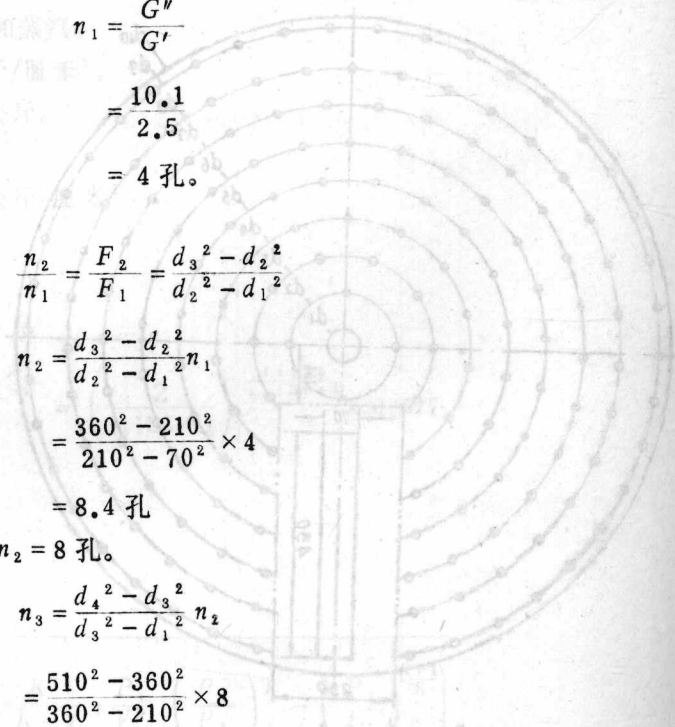
$$\text{取 } n_3 = 13 \text{ 孔.}$$

$$n_4 = \frac{d_5^2 - d_4^2}{d_4^2 - d_3^2} n_3$$

$$= \frac{660^2 - 510^2}{510^2 - 360^2} \times 13$$

$$= 17.48 \text{ 孔}$$

$$\text{取 } n_4 = 18 \text{ 孔.}$$



$$n_5 = \frac{d_6^2 - d_5^2}{d_5^2 - d_4^2} n_4$$

$$= \frac{810^2 - 660^2}{660^2 - 510^2} \times 18$$

$$= 22.6 \text{ 孔}$$

取 $n_5 = 23$ 孔。

$$n_6 = \frac{d_7^2 - d_6^2}{d_6^2 - d_5^2} n_5$$

$$= \frac{960^2 - 810^2}{810^2 - 660^2} \times 23$$

$$= 27.69 \text{ 孔}$$

取 $n_6 = 28$ 孔。

$$n_7 = \frac{d_8^2 - d_7^2}{d_7^2 - d_6^2} n_6$$

$$= \frac{1110^2 - 960^2}{960^2 - 810^2} \times 28$$

$$= 32.73 \text{ 孔}$$

取 $n_7 = 33$ 孔。

$$n_8 = \frac{d_9^2 - d_8^2}{d_8^2 - d_7^2} n_7$$

$$= \frac{1260^2 - 1110^2}{1110^2 - 960^2} \times 33$$

$$= 37.75 \text{ 孔}$$

取 $n_8 = 38$ 孔。

直接蒸汽喷孔总数 n :

$$n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8$$

$$= 4 + 8 + 13 + 18 + 23 + 28 + 33 + 38$$

$$= 165 \text{ 孔}$$

(六) 进蒸汽夹层的直接蒸汽管管径 D

蒸汽在管道中的流速 $v = 30 \sim 60$ 米/秒。

取 $v = 60$ 米/秒。

1. 直接蒸汽流量 W :

$$W = \frac{g_s V''}{3600} \text{ 米}^3/\text{秒}$$

当 $g'_s = 415.8$ 公斤/时。

$$W' = \frac{415.8 \times 1.181}{3600}$$

$$= 0.1364 \text{ 米}^3/\text{秒}$$

当 $g'_6 = 265.8$ 公斤/时

$$W'' = \frac{265.8 \times 1.181}{3600}$$

在第一期内的柏每小时所蒸溶剂蒸汽量 $= 0.0872$ 米³/秒

2. 进蒸汽夹层的直接蒸汽管管径 D

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi v}}$$

当 $W' = 0.1364$ 米/秒

$$D' = \sqrt{\frac{4 \times 0.1364}{3.14 \times 60}} \\ = 0.0538 \text{ 米}$$

当 $W'' = 0.0872$ 米/秒

$$D'' = \sqrt{\frac{4 \times 0.0538}{3.14 \times 60}} \\ = 0.043 \text{ 米}$$

取 $D = 50$ 毫米。

(七) 上层蒸脱缸上部溶剂蒸汽气流速度的验算

为了不使粕粉随溶剂蒸汽带出蒸烘机，在上层蒸脱缸上部溶剂蒸汽气流速度 v_c 应小于 0.2 米/秒。

上层蒸脱缸直径 $D = 1.3$ 米

从上层逸出的溶剂气体 $G_3 = 12.5$ 吨/日

随溶剂气体逸出的未凝缩蒸汽量 G_4 。

溶剂分子量 $M_1 = 90$

蒸汽分子量 $M_2 = 18$

溶剂蒸汽温度为 80°C ，则绝对温度为 T 。

$$T = 273 + 80$$

$$= 353^\circ\text{K}$$

气体常数 $R = 0.082$ 米³·大气压

在常压下蒸脱，则 $P = 1$ 大气压

$$\text{溶剂蒸汽体积 } V = \frac{G_3}{M_1} + \frac{G_4}{M_2} \times \frac{RT}{P}$$

当 $G_4' = 5000$ 公斤/日

$$V_1 = \frac{\frac{12500}{90} + \frac{5000}{18}}{1} \times 0.082 \times 353 \\ = 12060.83 \text{ 米}^3/\text{日}$$

溶剂蒸汽气流速度

$$v_c' = \frac{V_1}{21600\pi D^2}$$

$$= \frac{12060.83}{21600 \times 3.14 \times 1.3^2}$$

$$= 0.105 \text{ 米/秒}$$

当 $G''_4 = 1320$ 公斤/日

$$V_2 = \frac{\frac{12500}{90} + \frac{1320}{18}}{1} \times 0.082 \times 353$$

$$= 6143 \text{ 米}^3/\text{日}$$

$$v_c'' = \frac{V_2}{21600\pi D^2}$$

$$= \frac{6143}{21600 \times 3.14 \times 1.3^2}$$

$$= 0.0536 \text{ 米/秒}$$

$$v_c'' < v_c' < 0.2 \text{ 米/秒。}$$

上层蒸脱缸上部溶剂蒸汽气流速度小于 0.2 米/秒。故上层蒸脱缸上部不需加大直径来降低气流速度。

(八) 上层蒸脱缸溶剂蒸汽出口管径 d

溶剂蒸汽在通冷凝器的管道中的流速 $v = 4 \sim 9$ 米/秒。

取 $v = 4$ 米/秒。

当溶剂蒸汽体积 $V_1 = 0.14$ 米³/秒

$$d' = \sqrt{\frac{4V_1}{\pi v}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \times 0.14}{3.14 \times 4}}$$

$$= 0.211 \text{ 米}$$

当溶剂蒸汽体积 $V_2 = 0.071$ 米³/秒

$$d'' = \sqrt{\frac{4 \times 0.071}{3.14 \times 4}}$$

$$= 0.15 \text{ 米。}$$

取 $d = 207$ 毫米。

(九) 下层蒸烘缸间接蒸汽耗量

设：下层蒸烘缸底盘尺寸（见图 7）

$$D_1 = 1.3 \text{ 米，}$$

$$D_2 = 0.07 \text{ 米，}$$

$$L = 0.18 \text{ 米，}$$

$$S = 0.18 \text{ 米，}$$

设：进入下层蒸烘缸粕的温度 $t_1 = 105^\circ\text{C}$ 。

出下层蒸烘缸粕的温度 $t_2 = 108^\circ\text{C}$ 。

间接蒸汽绝对压力 $P = 6$ 公斤/厘米²，

则：间接蒸汽温度 $t = 158^\circ\text{C}$

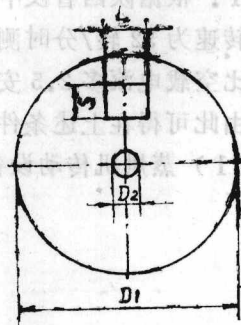


图 7

间接蒸汽的热焓 $i_{\text{汽}} = 658.3$ 千卡/公斤。

158℃ 的水的热焓 $i_{\text{水}} = 159.3$ 千卡/公斤。

根据原六层立式蒸烘机经验取总传热系数：

$K = 67.5$ 千卡/米²小时℃。

$$\text{传热面积 } F = \frac{1}{4} \pi (D_1^2 - D_2^2) - LS$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 (1.3^2 - 0.07^2) - 0.18 \times 0.18$$

$$= 1.29 \text{ 米}^2$$

平均温度差 t_m 。

$$t_m = \frac{(t - t_1) - (t - t_2)}{\ln \frac{t - t_1}{t - t_2}}$$

$$= \frac{(158 - 105) - (158 - 108)}{\ln \frac{158 - 105}{158 - 108}}$$

$$= 51.6^\circ\text{C}$$

单位时间传递热量 $Q = K t_m F$

$$= 67.5 \times 51.6 \times 1.29$$

$$= 4.493 \times 10^3 \text{ 千卡/小时}$$

间接蒸汽耗量 G 。

$$G = \frac{Q}{i_{\text{汽}} - i_{\text{水}}}$$

$$= \frac{4.493 \times 10^3}{658.3 - 159.3}$$

$$= 9 \text{ 公斤/时}$$

(十) 高料层蒸烘机所需功率的估算

目前没有适用于油厂固体物料搅拌功率计算公式。一般按现有蒸烘机来估算。

1. 根据陕西省汉中油厂改进的立式蒸烘机直径为 1.2 米，料层总高为 2~2.2 米；搅拌轴的转速为 32 转/分时测得：蒸烘机空载电流比电机空运转电流多 5.45 安培，蒸烘机满载电流比空载电流多 2.5 安培。测定时电压为 380 伏。

由此可得在上述条件下蒸烘机功率消耗情况。

(1) 蒸烘机传动设备所消耗功率 N_1 ：

$$N_1 = \sqrt{3} V I_1 \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 5.45 \times 0.8$$

$$= 2.866 \text{ 千瓦}$$

(2) 蒸烘机搅拌料粕所消耗功率 N_2 ：

$$N_2 = \sqrt{3} V I_2 \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 2.5 \times 0.8$$

$$= 1.315 \text{ 千瓦}$$

(3) 蒸烘机总耗功率 N ;

$$N' = N_1 + N_2$$

$$= 2.866 + 1.315$$

$$= 4.181 \text{ 千瓦}$$

2. 本设计高料层蒸烘机所需功率估算

高料层蒸烘机

直径 $D_1 = 1.3$ 米;

料层总高 $H_1 = 1.9$ 米;

转速 $n_1 = 15$ 转/分。

六层立式蒸烘机;

直径 $D_2 = 1.2$ 米;

料层总高 $H_2 = 2 \sim 2.2$ 米;

转速 $n_2 = 32$ 转/分。

参考液体搅拌功率计算公式 $N = CR^4 \frac{r\omega^3 h}{300g}$ 来推算。

式中: C ——系数

R ——搅拌叶半径

h ——搅拌叶宽度

ω ——搅拌轴角速度

r ——物料比重

g ——重力加速度

若高料层蒸烘机的搅拌叶宽度保持六层立式蒸烘机搅拌叶的宽度, 则功率消耗与 R^4 和 ω^3 成正比。显然 $\omega_1^3 R_1^4 < \omega_2^3 R_2^4$ 。故本设计高料层蒸烘所需功率用汉中油厂的六层立式蒸烘机的数据作估算是可行的。

设高料层蒸烘机所配用电机功率 N 。

$$N = KN'$$

$$= 1.5 \times 4.181$$

$$= 6.2715 \text{ 千瓦}$$

取启动时功率系数 $K = 1.5$ 。

取配用电机功率 $N = 7.5$ 千瓦

(十一) 搅拌轴的计算。

搅拌轴搅拌料粕时所需功率

$$N'_2 = KN_2$$

$$= 1.5 \times 1.315$$

$$= 1.9725 \text{ 千瓦}$$

$$\text{搅拌轴的直径 } d = 10 \sqrt{\frac{N'_2}{n}}$$

$$= 10 \sqrt{\frac{1.97 \times 1.36}{15}}$$

$$= 6.5 \text{ 厘米}$$