

山东科学实验成果资料

编号:72——007

废油砂流态化再生炉

濰坊柴油机厂

(内 部)

山东省革委生产指挥部科技办公室情报组

一九七二年九月

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 录

一、问题的提出及试验经过.....	(1)
二、流态化炉的结构及原理.....	(2)
三、炉子参数及工艺参数.....	(4)
四、辅助设备.....	(5)
五、炉子的操作.....	(5)
六、再生砂的质量.....	(7)
七、炉子一般参数的确定.....	(8)
八、炉子的优点和缺点.....	(10)

废油砂流态化再生炉

铸造生产所用的油芯砂子，过去都只能使用一次就报废了。不仅浪费了大量的砂子，而且由于废砂的大量堆积，如何处理也成了问题。废油砂是否能够通过处理，使其再生，重新用于生产，这一直是铸造生产研究的课题之一。

潍坊柴油机厂铸造车间广大革命职工，紧密结合生产实践，开展了试验研究工作。经过“实践、认识、再实践、再认识”对废油砂脱油再生问题经过了几年的试验研究取得了成功，创造了“流态化再生炉”并正式用于生产。为了互通情报、交流经验，现将该“废油砂流态化再生炉”的有关资料介绍于下，供参考。

一、问题的提出及试验经过

铸造生产对油芯砂要求较高。往往当地砂不符合技术要求，因此，原砂不得不从远处运来，成本较高。如我厂用合脂砂原砂，就是从山东半岛东北角的荣成县运来。荣成砂运进厂，要经过“五车一船”的长途运输。而这么艰难运来的砂子，仅供一次浇注就报废了。我厂每年用荣成砂近万吨，花费近三十万元。另外，废油砂的处理也是个问题：除个别大厂有专线火车运输到远处外，大部分中、小厂都是就地填坑。由近而远，不但将厂区填得乱七八糟，而且波及田边地角，损害农业生产，影响工农联盟。有时因原砂来源很远，运输脱节，还直接威胁到生产任务。特别是三线建设单位，运输尤为困难，从实战需要出发，都急需解决废油砂的再生回用问题，力求铸工车间造型用砂组成封闭或半封闭系统。

我厂革命职工，遵循毛主席要“勤俭建国”的伟大教导，胸怀革命全局，自一九六三年用合脂砂开始，于一九六五年就进行了废合脂砂的回用试验。最初，我们车间在用强碱（NaOH）浸泡湿法再生方面，取得了一点进展。这一办法，后为某些兄弟单位所采用和发展。但由于它有生产周期长，占地面积大，设备易于腐蚀等缺点，限制了它的推广。我们遵照伟大领袖毛主席要不断革命，要“有所发现，有所发明，有所创造，有所前进”的教导，自一九六七年开始，又进行了焚烧再生试验。先后用过固定床间歇式炉，

回转窑连续式炉的办法进行半工业性试验,最后,在兄弟单位的协助下,才发展到现在生产用的外加热式流态化沸腾炉。

在前后七年的时间里,我们搞科学实验过程中,经受了两个阶级、两条路线斗争的严峻考验。我们用《实践论》反对唯心主义先验论;用群众路线代替“专家”路线;用自力更生的方针批判洋奴哲学;用多快好省的总路线驳斥爬行主义。我们坚持学大庆的经验,“两论”起家,既分析科学实验中的阶级斗争和路线斗争,也经常分析自然科学中的矛盾,特别着重分析废合脂砂中惯性油膜和原砂的对立统一规律,用阶级斗争推动科学实验。用毛主席的哲学观点,分析矛盾,不断实践。最后,我们终于在缺乏资料,又无经验的情况下,与冶金部的有关兄弟单位一起,克服了种种困难,经过了上百次的失败,逐步摸到了外加热式流态化沸腾炉的规律,解决了废油砂再生这个老大难问题。

二、流态化炉的结构及原理

我们所用的流态化沸腾炉的结构见图一。

若在再生炉中加入一定量的松散废油砂,并通过风帽鼓入适量的空气,废油砂就能呈悬浮状态,并作上、下跳动,犹为流体的沸腾状态。此“流态”悬浮体,有其比重、浮力、压强等诸性质。若在此“流体”平面以下开一个孔,砂子就能从这个孔中流出。若往炉中不断补充砂子,多余的砂子就能不断流出,从而达到连续作业的目的。

当炉子点火启动,并达到工艺温度后,就可同时往沸腾炉炉膛中喷油燃烧及加废油砂。废油砂在高温炉膛中停留一段平均时间后,即脱去表面惯性油膜,并带热流入副炉。

图一中炉内的布料器2、热风胆3、及压火拱4,均是为了增加稀相热交换效果。布料器是为了使集中料束分散,增加表面积。热风胆是为了利用逸出沸腾床的高温废气。压火拱作反射炉墙的作用,增加火焰在沸腾床中的停留时间。较厚的保温层可以减少炉壁散热,保证事故停炉后很快启动炉子。

再生炉有了以上几种附加设施后,废气温度在 300°C 以下,再生混合砂温度可控制在 200°C 以下,热的利用率达到90%。

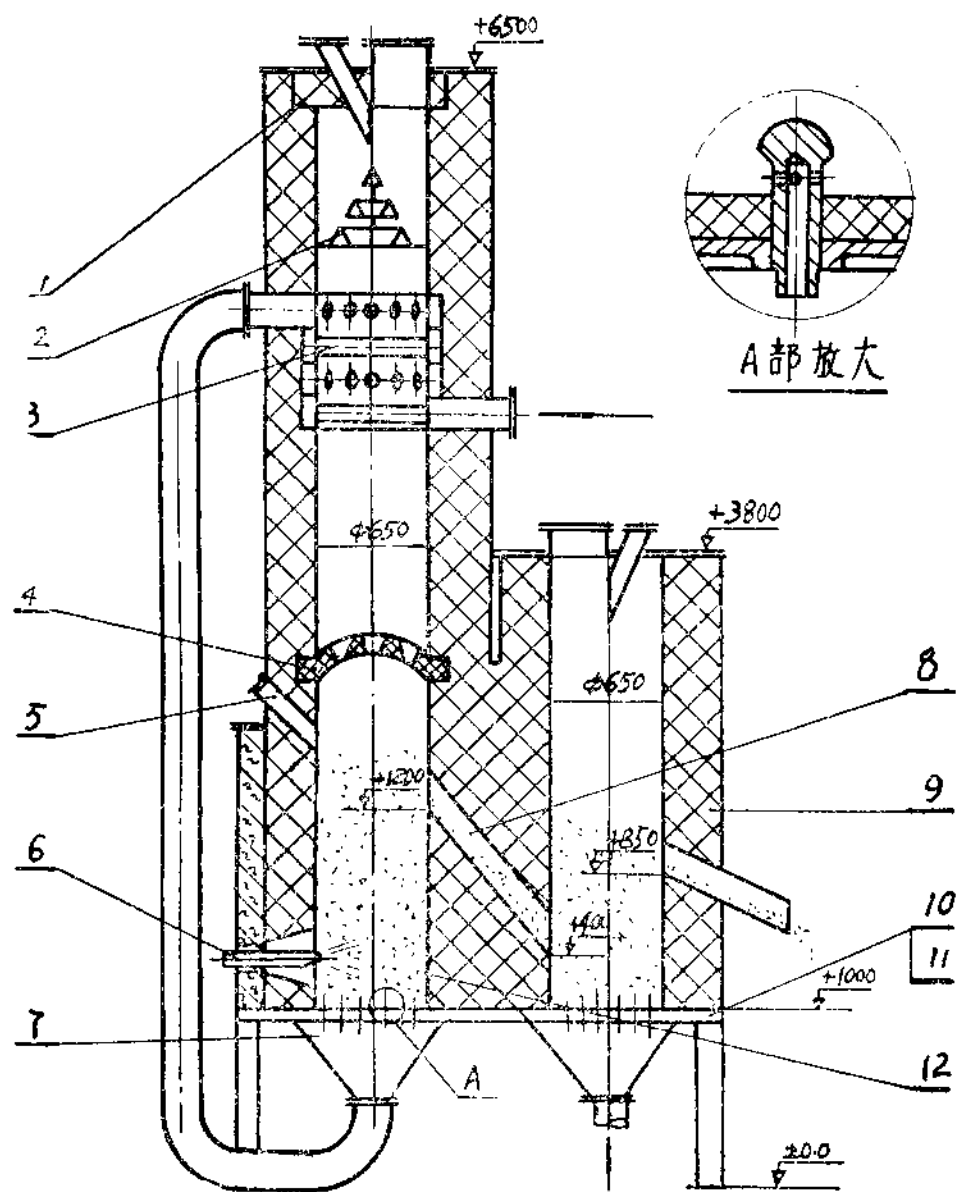
炉内,件号8过桥,是一砖砌的溜子,必须插入副炉砂床之中,以防止两炉中沸腾风来回串动,影响正常沸腾。

风帽10,不但可使沸腾风分布均匀,也可防止砂子反漏入风箱。

喷油嘴两支,离炉底各为300及500毫米,相互间成 45° 角分布。

副炉的作用,一方面是为了冷却再生炉中流过来的高温再生砂,另一方面利用再生砂的载热,烘干部分新砂的水分,以达到一举两得的效果。若不加新砂,也可以向副炉中

喷水，利用水的汽化来冷却再生砂。喷水的多少，要看副炉的温度，并用转子流量计进行控制。



图一 外加热式流态化废油砂再生炉
示意图

- | | | | | | |
|------|-------|---------|-------|--------|--------|
| 1 炉盖 | 2 布料器 | 3 热风胆 | 4 压火拱 | 5 点火口 | 6 喷油嘴 |
| 7 风箱 | 8 过桥 | 9 冷却干燥炉 | 10 风帽 | 11 风帽板 | 12 再生炉 |

三、炉子参数及工艺参数

炉 子 参 数

序 号	参 数 名 称	主 炉	副 炉
1	稀相换热高度	4.3米(6.5—1.2—1)	
2	炉膛内径	650毫米	650毫米
3	出料口高度	1.2米	0.85米
4	入料口高度	/	0.4米
5	炉子断面积	0.32米 ²	0.32米 ²
6	风帽与炉子断面比	1%	1%
7	耐火砖厚度	320毫米	320毫米
8	保温层厚度	150毫米	/
9	热风胆热交换面积	3米 ²	/
10	鼓风机型号	叶氏 5 号	两炉共用

注：叶氏 5 号鼓风机：风量28米³/分；风压1.5米水柱。

工 艺 参 数

序 号	工艺参数名称	主 炉	副 炉
1	标准流态化速度	0.4米/秒	0.9米/秒
2	风箱风压	60毫米汞柱	45毫米汞柱
3	物料炉中停留时间	13.5分	7 分
4	热风温度	150—170°C	/
5	废气温度	小于300°C	/
6	炉膛工艺温度	650—800°C	100—200°C
7	耗重柴油量（油砂比）	2~2.2%	/
8	耗电量	30瓩	/
9	生产率	3.1~3.7吨/小时米 ²	10
10	火花收捕器粉尘率	5 %	

炉子在配套齐全后，班操作人数二人即可。成本六元/吨砂（若用低品位重油，成本尚可显著降低）。

四、辅助设备

辅助设备见图二。

在主炉与副炉顶上各有砂库一个，并用圆盘给料机给料。砂子用皮带输送，经过电磁头轮磁选，并用多角筛过筛，然后用斗式提升机提到两个砂库里。

再生后的砂子，用正压式风力输送。输送距离65米，提升高度12米。用直径114×9毫米的无缝钢管。在正常情况下，输送是用恒定周期的办法进行自动控制的。当生产率不稳定时，也可单动输送。

控制仪表，是流态化炉的眼睛。操作人员在操作室，均凭仪表控制炉子的正常运转。除调节料量外，一般不必出操作室。

流态化炉的风量，用小孔板的办法，通过U型管中的水柱计量，并用连续式蝶阀进行调节。多余的风量排空。

炉内砂子的多少，可借助风箱压力并与空炉压力对比而推测出来，用U型管水银柱计量。炉子总阻力可从鼓风机出口处接U型管，或间接看鼓风机电流表。

喷油量及副炉冷却水量均用转子流量计计量。转子流量计可订货，也可用有机玻璃板卷焊制成，或者用有机玻璃棒钻眼铰锥孔制成。

炉子自下而上用五支热电偶反映炉内温度分布。多支表杆可共用一只温度表，通过万向开关转换。

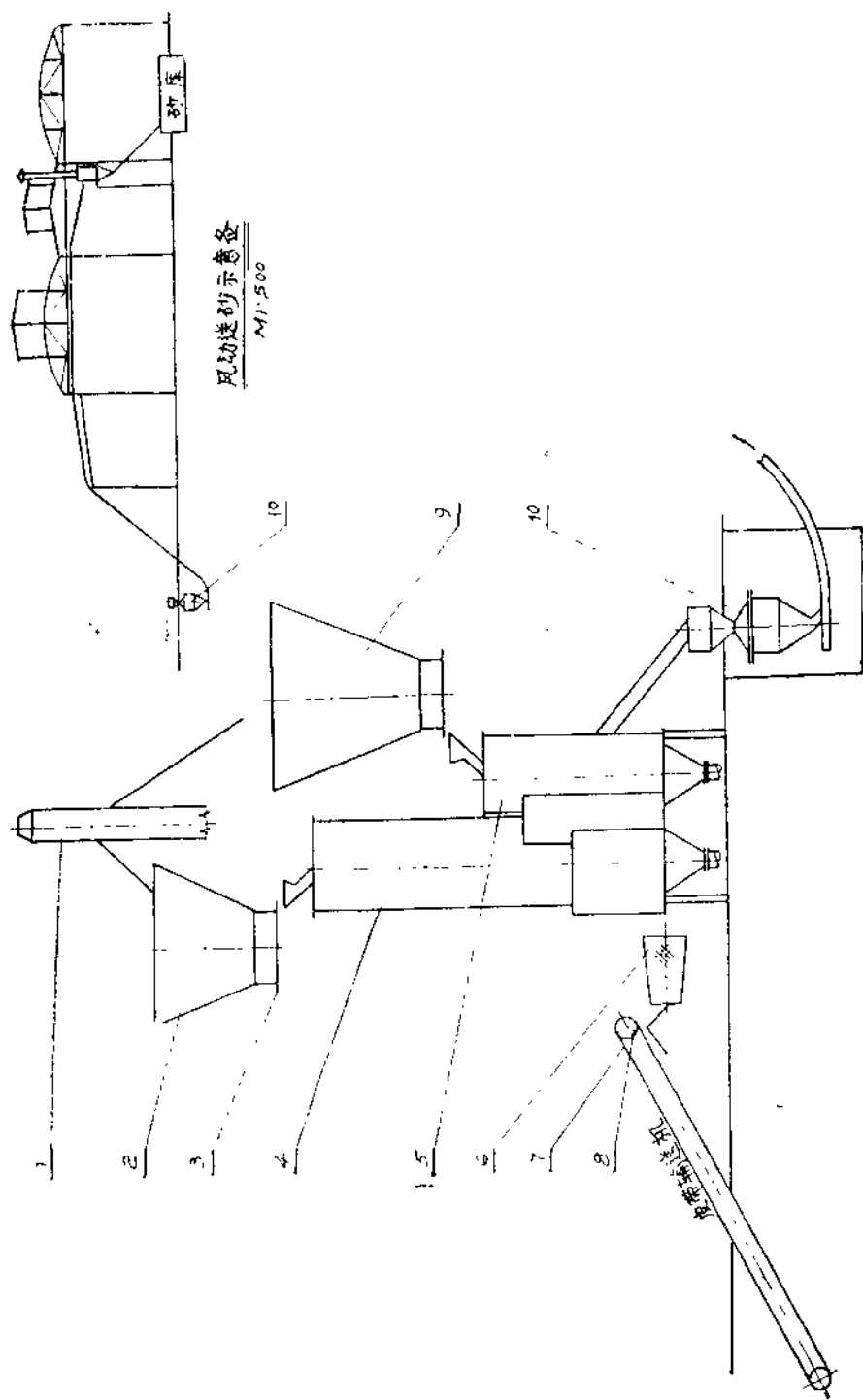
料量大小，调节圆盘给料机出砂门间隙控制。

五、炉子的操作

炉子启动：启动前，先铺底料（废油砂）300毫米左右。从观察口扔进点燃油棉纱，用上喷油嘴点火，同时用下喷油嘴窗口自然进风助燃。当炉温升至600°C时，开动鼓风机，用15毫米水柱以下的小风量，翻动底料半分钟。停鼓风机继续升温，当再达到600°C时，又作第二次翻动。如此循环数次。待再翻动而炉膛温度几乎无下降时，表示底料温度与炉膛温度接近，此时，可堵死油嘴窗口，沸腾升温。至工艺温度后，可加料正常操作。

正常操作：在此过程中，只要给料均匀，炉子一般较稳定。炉子稳定的特征是：风量风压表液面上下不停跳动。其余仪表读数均在工艺范围之内。

停炉：停炉分短期停炉与长期停炉。短期停炉一般在三小时以内。只要停油停风即可。再启动时，由于炉内很热不必另行引火。启动时间也短，在三十分钟以内。长期停炉时间在半天以上。停炉时，加大主炉风量，将多余之砂吹出，并控制一定的风量，使炉内剩余之砂恰好等于下次启动之底料。



图二 沸騰炉全貌

- 1 斗式提升机 2 废砂库 3 圆盘給料机 4 主炉 5 副炉 6 多角筛
7 皮带输送机 8 电破皮带轮 9 新砂库 10 发运器

事故：①爆鸣：在启动过程中，由于翻动底料温度过低或翻动时间过长，将明火扑灭。在继续喷油的情况下，炉内冒白烟，随后会引起爆鸣。因此，当观察口已在往外急速冒白烟时，千万不能窥视。一般爆鸣只是从观察口处喷出砂子，并无危险。我厂在生产中，有一次较大的爆鸣，将过桥口之耐火砖震落，压住炉子，使之不能正常沸腾。因此，应尽量防止。

②烧坏风帽：在点火无经验的情况下，雾化风太大，吹走底料，暴露出风帽，被油枪高温火焰直接喷射所致。正常操作过程中没有这种现象。一旦操作熟练，也不会再发生类似情况。

③结焦：翻动温度过高，底料表面烧结；或者由于点火时喷油过多，在空气不足的情况下，多余之残油在砂中沉积，致使底料焦结；另外，在副炉中，由于喷水过多，温度过低，也会引起“压死”。“压死”及焦结的炉子，沸腾不正常。此时，应通过观察口，用铁棍排除故障。严重时，要停炉，并扒开入孔处理。

半年来运转情况：脱油炉在未配套风动送砂时，由于运输脱节，断断续续开过半年时间，炉子未出过大的问题。现在已配套风力输送，转入正式生产。到目前为止，已回收废油砂近千吨，最长连续作业时间开过十二个班次。由于人员不足，目前生产是每天开两个班，停一个班。

投产半年来，炉内耐火砖除过桥口震落两块外，其余完整无损；热风胆由于将炉气温度控制在 800°C 以下，也没有烧坏；布料器由于废气温度低，没有变形。炉内唯一损坏的是压火拱。压火拱系高铝水泥直接打成，由于配比不善，发生龟裂，以后在爆鸣事故中掉落。生产实践证明，有无压火拱，影响不大。

六、再生砂的质量

再生砂的质量，分原生性能，次生性能以及生产实践中的反应。现择其中重要的几点加以叙述。

1. 原生性能：

①灼减量（百分比）：

筛号	30	50	70	100
再生砂	0.04	0.18	0.34	0.42
新砂	0.91			
废油砂	2.8—3.5			

②颗粒组成：

筛号	20	30	40	50	70	100	140	底盘	含坭量
再生砂	0.2	3.6	15.2	9.2	40.4	29.2	1.0	1.2	2.67
新砂	0.15	2.6	10.7	7.7	40.3	30.6	5.65	2.0	2.14

2. 次生性能:

性 能 砂 名	透 气 性	湿 压 强 度	干 拉 强 度
再 生 油 砂	250	2.2磅/时 ²	11.4公斤/厘米 ²
新 油 砂	300	2.0磅/时 ²	11.9公斤/厘米 ²

详细的质量变化情况, 请见铸造机械一九六九年第一期。

3. 生产实践中的反应:

在配砂方面, 由于再生砂吸水速度快, 在混压初期, 感觉发糠、干燥, 但由于其吸水总量与新砂接近, 因此混压后期就没有这种感觉了。所以加水总量不必因为初期的发糠而增加。

造芯工序上反应: 湿强度略大, 发粘。

砂子在两个沸腾炉中, 一共经过十九分钟时间的相互摩擦; 在风送管道中, 又经过了五十多秒钟的激烈摩擦; 特别是火花收捕器除去了约5%的粉尘。但是, 这些砂子间的摩擦, 或由于速度太小, 或因为时间太短, 因此, 砂粒表面的陶土膜不能借沸腾炉完全除去, 从而略略增加了湿强度和降低了透气性。

烘干工序上, 同样也反应再生砂的芯子较不“吃火”。

浇注工序上没有反应。

目前, 我们仍然没有改动芯砂配比。生产上有点反应, 但问题不大。若从长远考虑, 由于复用次数无限循环, 粉尘可能会不断增加, 最好能采用吸送或专门配以排尘措施。若与水爆清砂(旋流器)联用时, 效果最好。

七、炉子一般参数的确定

炉子的参数必须根据工艺参数来确定。工艺参数可以通过计算, 也可以通过试验来取得。计算比较麻烦, 试验又要一定设备。为了简化起见, 可参考我厂摸索到的一些参数来确定炉子大小。

已知工艺参数:

①流态化速度 $U = 0.4$ 米/秒

②砂子在炉中的停留时间 $t = 13.5$ 分钟

③砂子在炉中的膨胀率 $\varepsilon = \frac{V - V_1}{V} = 0.58$

其中 V - 炉膛体积

V_1 - 炉中存砂量的堆积体积

④开孔率 $a = \frac{f}{F} = 1\%$

其中 f —风帽眼总面积

F —炉膛截面积

设：生产率 $W = 5$ 吨/小时（设计要求）

计算举例：

①炉膛中存砂量：

$$\omega = tW = 13.5 \times \frac{5000}{60} = 1123 \text{ 公斤}$$

②存砂量的堆积体积：

$$V_1 = \frac{\omega}{r} = \frac{1123}{1.6} = 0.7 \text{ 米}^3 \text{ (其中 } r \text{—干砂堆积比重)}$$

③炉膛体积：

$$V = \frac{V_1}{1 - \varepsilon} = \frac{0.7}{1 - 0.58} = 1.67 \text{ 米}^3$$

④炉膛截面积 F 及出料口高度 H

由于 $V = FH$ ， H 与鼓风机压力有关，若采用叶氏或罗茨式鼓风机， H 选取1.5米之内。

设 $H = 1.3$ 米

$$\text{则 } F = \frac{V}{H} = \frac{1.67}{1.3} = 1.28 \text{ 米}^2$$

⑤风帽眼总面积：

$$f = aF = 1\% 1.28 = 0.0128 \text{ 米}^2$$

我厂风帽眼：一个风帽上开8个孔，每孔为直径5毫米小眼。根据此数算出风帽总数，最后均匀布置风帽：

⑥鼓风机选择：

$$\text{风量 } Q = UF = 0.4 \times 60 \times 1.28 = 30 \text{ 米}^3/\text{分}$$

若也采用两炉共用，并考虑排空系数，可适当加大。

$$\text{风压 } P = H \frac{\omega}{V} + P_{\text{管}}$$

其中 $P_{\text{管}}$ —包括热风胆、风帽、风伐及管道的总压力降。我厂选取为30毫米汞柱。

$$\text{则 } P = 1.3 \frac{1123}{1.67} + 3013.6 = 1283 \text{ 毫米汞柱。}$$

⑦稀相换热高度 h ，可根据热交换公式计算，也可按炉内附加设施分布，适当选取。

⑧其它：包括转子流量计型号，热电偶温度读数范围等，均可按第三节提供的工艺参数计算后选取。

八、炉子的优点和缺点

流态化炉与回转窑相比,由于它固定不动,所以维修方便,并且可以砌较厚的炉墙,减少散热,稳定操作;由于它是立式炉,占地面积小,在增加必要的附加设备后,热的利用合理;由于炉子完全封闭操作,就热方面及飞尘方面说,劳动条件容易得到改善。特别是废油砂,由于表面有一定的可燃物,因此用焚烧再生办法,可以节省燃料,而对砂粒本身形状无损害。

外加热式沸腾炉,还存有以下问题,待今后改进。

1. 炉中沉积物过多。

沉积物有两大类:一类是铁钉、铁片等比重较大的东西,另一类是小卵石、小砖块等。后者比重虽然比膨胀之砂床比重大,但由于沸腾过程的动量冲击作用,能最终逸出沸腾床。前者比重过大,均沉积床底,影响正常操作。

铁质物质,有待改进电磁头轮变压器,增加头轮吸力;其余杂质可改细筛眼解决,但由于一个筛既过旧砂又过湿新砂,过细的筛眼生产率低。我们现在采用四分筛眼,能满足生产要求。

若与水爆清砂联用,可适当考虑中间池等筛分磁选处理。

2. 砂尘烟灰的排除不够理想。

由于炉子皆正压操作,加料口、出料口处及观察门缝中均有烟尘飞扬。虽然在主炉炉盖上加有负压吸烟罩,效果仍不显著。最根本的办法,应将圆盘給料改为星形給料或螺旋給料,将加料口完全封闭。这事实上是完全必要和可能的,因为不论新、旧砂都已经过筛分处理,均匀而松散。

在出料口处,我们已配套正压式风力输送。炉子出料口与发送器之间已完全封闭,效果较好。观察门处,由于门的结构简陋,仍有飞尘外窜。另外再生砂经由正压风力输送,虽然经过二级卸料(第二级是旋风下料器),但在流进中间砂库前后,特别是从中间砂库抓运砂子到混砂机砂库过程中,砂尘飞扬严重。飞扬严重的原因,一则由于含尘率多,另方面由于砂子较热。因此在输送方法上,最好采用吸送并同时除尘,这对劳动条件及砂子质量均有好处。

伟大领袖毛主席教导我们:“在生产斗争和科学实验范围内,人类总是不断发展的,自然界也总是不断发展的,永远不会停止在一个水平上。”外加热式流态化沸腾炉用于废油砂再生,这仅仅是个开始,我们介绍生产实践中的一些体会,为的是把这一新生事物继续发展下去。由于我们对流态化炉接触时间短,还在边实践边改进阶段,在认识和分析上肯定有许多错误,希望兄弟单位帮助指正。