

管壳式换热器的防垢、强化传热技术研究

周静茹

(广东顺德创新设计研究院 广东佛山 528311)

【摘要】对换热设备进行防垢和清洗,是延长设备使用寿命的有效措施,避免大量结垢导致的管道换热设备性能下降,造成能源损耗。在换热设备中,内插螺旋弹簧技术是一种便利的传热技术,这一传热技术的优点突出,能够广泛应用到旧换热器改造中,不需要添加新换热器,且这种加工过程比较简单便捷,可以有效节约成本,对于预防和清除管内的污垢有很好的作用。本文以管壳式换热器为例,探究这类换热器设备的防垢和强化传热技术,为提升换热设备使用效率,延长使用寿命提供一些思路。

【关键词】管壳式;换热器;防垢;强化传热技术

在工业生产中,换热设备是常用设备之一,而在换热设备中,传热表现会逐渐出现不同程度的结垢现象,这种现象在一些特殊工艺加工中更为突出,例如在制盐、制糖、造纸等工艺加热中,传热设备的结垢现象更为突出。在多数蒸发的循环工艺处理中,列管式加热器表面污垢的成分以 CaCO_3 为主^[1]。考虑到工艺过程的限制,使用化学药品来清洗易产生污染,所以一般选择使用停机进行机械清洗的方法来除垢,这样做耗时耗力,还会影响生产加工进度,不值得提倡。

而对于加热工艺而言,污垢的大量存在会导致管道的导热性能大幅度下降,污垢导热性能只有钢管的三十分之一甚至是五十分之一,结垢问题会导致换热器传热效率大大降低,也会导致流体输送动力不断增加。在换热器的设计中,因为要防止污垢阻热的问题,所以会加大换热面积,这样做会增加耗材,变相增加生产加工成本,对此,要以成本和效率为目标,解决好换热器的结垢问题,最好的方法是有效防治结垢现象,加强传热性能^[2]。

1 结垢现象形成原理

管壳式换热器结垢现象,是一个比较复杂的过程,究其原因主要是非稳态热量、质量以及动量之间的传递,与盐类溶解性以及腐蚀性也有一定关系。就结垢的不同类型来看,主要包含以下几个过程:

- 第一,诱导过程;
- 第二,污垢微粒向传热面管道内壁传输位移的过程;
- 第三,污垢微粒向管道内壁附着的过程;
- 第四,污垢微粒沉积硬化的过程;
- 第五,污垢脱落过程。

实际上,污垢脱落在污垢初步形成阶段就已经开始了。从相关的实验研究来看,结垢过程主要是由流体传质过程以及换热表面的吸附过程来实现的。国外学者在研究中,使用高岭土悬浮液以及水作为材料开展实验,最终得出,在低雷诺数区,相关沉积物在换热表面有比较好的吸附效率,基于传质过程控制,污垢成的沉积厚度和雷诺数之间呈现正比例关系,即雷诺数越大,沉积厚度越大^[3]。而在高雷诺数区,吸附是控制的一个部分,雷诺数和沉积厚度之间呈反比例关系。国内学者杨祖荣在实验研究中,研

究蒸发器中的 CaSO_4 结垢情况,研究发现,在层流工况中,单位钙推动力的结垢速率会因为流速变大而加快,而在湍流工况中情况恰恰相反。分析原因认为,在层流中成垢速率受到传质控制明显,但是在湍流工况中,成垢速率主要受吸附控制更加明显。所以,针对不同工况下的结垢现象,可以尝试不断加大流体的湍动心,来提升流体对污垢层的剪切作用,这对于提升污垢层脱落效率有积极作用。这样做还能够降低传热力界层滞留底层的厚度,有效降低流传热热阻,不断增强对流传热系数^[4]。所以要实现防垢和除垢效果,最好是通过加大流体湍动心,将防除垢和传热强化有效结合起来,对于提升整体设备除垢防垢性能具有积极作用。

2 管壳式换热器防垢技术应用

2.1 管壳式换热器一般防垢技术应用

在管壳式换热器使用中,发现大部分的污垢的主要成分是盐类,针对这类污垢进行防治,可以通过酸洗的方式来实现,这种防垢方法在管壳式换热器中也比较常见。可以使用有机酸和无机酸作为主要酸洗溶液,其中,常见的有机酸有甲酸、草酸等;无机酸包含盐酸、硝酸等。实施酸洗处理中,需要对照换热器主要结垢以及工艺等情况,对换热器材质以及污垢成分作出分析后,选择适宜的酸洗溶液来进行酸洗除垢,还需要注意相关酸洗溶液对管道的腐蚀情况。

这种防垢技术以化学原理为基础,其中包含了溶解作用、剥离作用、疏松作用^[5]。

第一,溶解作用。酸洗溶液和一些碱性物质易发生反应,例如,与钙、镁、碳酸盐等物质反应后,就会产生易溶化合物,这样处理后部分污垢可以直接被溶解,便于清除。

第二,剥离作用。酸洗容易使用后,能够对管道金属表面氧化物进行溶解。让金属表面氧化物和污垢之间的连接结构被破坏,这样就能够将污垢从管道金属表面剥离开来,方便污垢的清理和冲洗。

第三,疏松作用。对于那些有硫酸盐或者是硅酸盐的混合污垢处理中,考虑到碳酸盐、钙和铁的氧化物之在酸洗溶液作用下会被溶解,这样可以让附着在管道内壁上的

污垢更加疏松,通过清水冲刷,就能够有效去除。

在使用酸洗处理中,应该确保动态循环和静态浸泡相结合,一般应该选用合适的酸洗溶液先浸泡2小时,再保持动态循环3~4小时。在酸洗处理中,还应该不断的对酸洗溶液浓度进行取样化验,当发现相邻两次化验浓度值小于0.2%的情况下,可以认定酸洗过程已经完成。完成酸洗后,还应该及时进行热器管道的钝化处理,实施打压试验,确保合格后才能够继续使用。

2.2 管壳式换热器防垢新技术

目前,社会持续进步,管壳式换热器防垢方法也在不断优化和改善,新技术、新方法越来越多,如磁场除垢、高压静电及高频电磁场防垢、声学防垢等新方法都得到了不同程度的应用。在供热企业中,一般多选用化学防垢技术,上述提到的几种就是化学防垢技术。但是考虑到化学防垢处理一般成本比较高,且容易导致换热设备和管道的腐蚀,所以应用范围也有一定限制^[6]。所以,一些供热企业选择使用阻垢剂,这类化学药品是专门针对工业生产中防垢除垢问题的产品,使用阻垢剂后,可以有效的预防和阻止污垢沉积附着。

第一,共聚物。例如,聚天冬氨酸(PASP)、聚环氧琥珀酸(PESA)等^[7]。从PASP阻垢剂的分子结构来看,主要成分为酰胺键和羧基,属于中性化的阻垢剂。这种阻垢剂能够实现和钙片、铁、铜等物质的螯合,能够有效改变钙盐晶体结构,让晶体结构变软,从而实现阻垢的效果。这类物质缓蚀性比较理想,能够和多种离子进行螯合,对于阻止金属腐蚀有很好的应用效果。这种绿色阻垢剂是阳极型,将其添加到不含溶解氧的水中,只需要低浓度的该阻垢剂就能够起到很好的防腐蚀效果。而PESA一种不含磷的有机化合物,其应用中的阻垢以及缓蚀效果都非常好。且这种阻垢剂也具备较好的生物降解性,在高碱、高金属含量的液体传输系统中有很好的应用效果,是目前管道和设备阻垢的新型绿色材料之一,也是绿色化学的成功开发成果。这类阻垢剂的分散效果非常突出,可以让垢粒延缓增大速度,且其晶格畸变效果也十分突出,可以让钙垢形成的晶体特征明显削弱直至完全消失。研究发现,这些共聚物作为阻垢剂使用,对以磷酸钙、氧化铁、磷酸锌等为主要成分的污垢有很好的分散作用,对于污垢能够起到很好的缓蚀阻垢作用。

第二,天然分散剂。这类阻垢剂包含木质素、丹宁、

淀粉、硫化丹宁等,都是一些天然有机物。将它们应用到阻垢剂中,可以保证原材料充足,且这些材料的成本比较低,无毒无害,所以比较环保,使用后产生的物质易降解,所以十分符合生态环境保护的设计和生产品理念。不过,这类阻垢剂使用中,会有较大的杂质,其每次除垢防垢需要的用量也很大。

3 管壳式换热器强化传热技术分析

管壳式换热器目前的市场应用比较多,这类换热器结构简单、成本更低,且清洗也比较便利。因此,在很多领域都有应用。以往的换热器能够实现一定的产业节能目标,不过在目前的市场环境中不能达到节能降耗的要求。对此,需要切实提升换热器的传热效率,所以需要用到强化传热技术。

通过不断强化换热器的传热过程,能够实现单位时间和传热面积中热量的最大化传递目标。在这一过程中,相应的设备输送功耗稳定的情况下,可以获得一定量的传热,这样可以让设备容量持续增加,不断增强劳动生产率^[8]。基于设备容量不变的原理,能够确保结构紧凑,实现材料成本的有效减少。基于这一技术应用,能减少工艺能耗,促进传输效率显著增强。目前,在管壳式换热器的强化传热技术应用中,相关应用措施比较多,包含使用螺旋槽管、波纹管、内插物管、壳程强化传热、使用螺旋流板换热器、曲面弓形折流板换热器等等,通过使用这些强化传热方式,可以实现换热器的高效节能目标。

4 结语

管壳式换热器目前市场应用比较普遍,这类换热器的防垢工作至关重要,可以通过多种防垢措施应用来解决结垢问题,防止管道中污垢产生,避免污垢降低管道传热效率。除了要做好相应的防垢工作外,在管壳式换热器中,还可以通过使用强化传热技术来提升管道传输效率,目前可供选择的强化传热技术和方法也被比较多。在具体的管壳式换热器使用中,可以结合具体情况来进行选择,确保技术应用合理、有效。

作者简介:周静茹(1986.11—),女,湖北仙桃人,中级化工工程师,研究方向:传热与节能。

【参考文献】

- [1] 王小翠.管壳式换热器强化传热技术的途径及应用[J].化工设计通讯,2016,42(3):60+62.
- [2] 张客厅,詹士会,杨闪,等.管壳式换热器在线防垢及强化传热技术[J].河南科技,2013(9):45.
- [3] 段亚平.管壳式换热器的换热管强化传热技术浅述[J].应用能源技术,2010(4):50-51.
- [4] 刘春雷,栾江峰,刘明冲.管壳式换热器振动疲劳与强化传热技术评析[J].无机盐工业,2008(11):57-59.
- [5] 董舒民,姜德林.管壳式换热器壳侧强化传热技术的研究进展[J].广州化工,2006(3):80-81.
- [6] 马有福,袁益超,刘丰拯,等.管壳式换热器壳侧强化传热技术的研究与进展[J].电站系统工程,2005(3):41-43.
- [7] 朱冬生,卜穗安,谭盈科.管壳式换热器的防垢、强化传热技术[J].盐湖盐与化工,1994(5):20-25.
- [8] 邓先和,陆应生,邓颂九.气体管壳式换热器传热强化技术研究(二)——关于强化传热管型的讨论[J].硫酸工业,1991(3):3-9+64.