

套管换热器的总传热系数的测定

一、实验概述

当冷热流体通过间壁换热时,在间壁两侧主要为对流传热,通过间壁则为传导传热,根据这两种传热方式的基本方程,再问鼎传热条件下,就可以推导出间壁热交换传热基本方程式。

$$\Phi = K \times A \times \Delta t_m$$

式中 Φ ----间壁传热速率 (w)

K ----传热系数 ($w \cdot m^{-2} \cdot k^{-1}$)

A ----传热面积 (m^2)

t_m ----平均温度差(k)

由式可见,传热系数大,单位时间内传递热量就多,反之则小,所以,换热器的传热系数是反映换热器性能好坏的主要指标之一。

若已知 Φ, K, t_m 时,可由上式求出传热系数 K .本实验是在套管换热器中测定管壁两侧流体温度的变化,根据流体流量求出 Φ ,进而求出该换热器的传热系数 K 。

二、实验目的

1. 测定套管换热器的传热系数 K 。
2. 了解换热器的基本结构及操作。

三、实验原理

通过间壁传递热量,如不考虑热损失,计算式为

$$Q = G_1 \times C_1 \times (T_{进} - T_{出}) = G_2 \times C_2 \times (t_{出} - t_{进}) = K \times A \times t_m$$

由热交换传热基本方程式即可求出传热系数.

$$K = G_1 \times C_1 \times (T_{进} - T_{出}) / (A \cdot t_m) \text{ 或 } K = G_2 \times C_2 \times (t_{出} - t_{进}) / (A \cdot t_m)$$

式中 G_1, G_2 ----热冷流体的流量($kg \cdot s^{-1}$)

C_1, C_2 ----热冷流体的比热($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)

$T_{进}, T_{出}$ ----热流体进出口温度(K)

$t_{进}, t_{出}$ ----冷流体进出口温度(K)

t_m ----平均温度差(k)

$$t_m = (t_1 - t_2) / \ln(t_1 / t_2), \text{ 当 } t_1 / t_2 = 2 \text{ 时, } t_m = (t_1 + t_2) / 2$$

A, 套管换热器的传热面积, 因换热壁是圆筒型, 所以, $A = d_{\text{均}} l$, 因管壁较薄, 所以, $d_{\text{均}}$ 为内管的算术平均直径.

通过实验测定各点温度和流体流量, 即可求出传热系数 K.

四、实验设备及装置

1. 实验主要设备

Cs-S01 型超级恒温箱一台

LZB—15 转子流量计一台

套管换热器 外管为玻璃管, 内管 $10 \times 1.5\text{mm}$ 紫铜管, 管长 1200mm, 一只补充加热器, 紫铜管加热器作用

1) 加快恒温槽升温速度

2) 补充热水在热交换器中的热量损失, 使在操作中始终维持较高的热水温度.

2. 实验装置图 (略)

五、实验操作步骤

1. 先向恒温槽加入蒸馏水, 并控制一定的水位 (大约离槽盖 3~4 厘米即可);

2. 缓慢开启自来水阀, 使转子流量计内充满水, 并控制一定的上水量;

3. 将恒温槽的温度控制在夏天约 80~82 左右 (以保持热水进入热交换器一端保持在 80 左右, 具体视散热设备而定);

4. 打开电源开关, 接通电源, 使电加热器及补充加热器加热同时进行, 开动搅拌器, 在开动搅拌器之前, 必须将恒温加热器内水泵的出口与入口用短橡皮连接, 使其短路循环, 待水温升高到指定温度后, 再将出口与换热器连接;

5. 逆流换热操作, 将恒温槽中热水通过热水进口入换热器内, 打开冷水, 使冷水通过冷水转子流量计, 进入换热器内;

6. 逆流换热实验结束;

7. 改变逆流操作为并流操作, 依同法进行实验;

8. 按逆流, 并流方向进行实验逆流换热器, 热水流量稳定不变, 反之亦然.

六、实验数据记录整理

1. 实验数据记录

(1) 逆流操作

换热器 内管直径 $10 \times 1.5 \times 1200\text{mm}$, 换热管有效长度 1000mm

序号	冷水体积流量		冷水温度		热水温度	
	转子刻度	流量 (L/min)	$t_{进}/$	$t_{出}/$	$T_{进}/$	$T_{出}/$

(2) 并流操作

换热器 内管直径 $10 \times 1.5 \times 1200\text{mm}$, 换热管有效长度 1000mm

序号	冷水体积流量		冷水温度		热水温度	
	转子刻度	流量 (L/min)	$t_{进}/$	$t_{出}/$	$T_{进}/$	$T_{出}/$

2. 实验数据整理

(1) 逆流操作

有效换热面积_____

序号	冷水质量 流量(kg/s)	$t_{出} - t_{进}$ ()	(10^{-3}W)	$T_{进} - t_{出}$ ()	$T_{出} - t_{进}$ ()	$t_{均}$ ()	K ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ }^{-1}$)

(2) 并流操作

有效换热面积_____

序号	冷水质量 流量(kg/s)	$t_{出} - t_{进}$ ()	(10^{-3}W)	$T_{进} - t_{出}$ ()	$T_{出} - t_{进}$ ()	$t_{均}$ ()	K ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{ }^{-1}$)

七、实验注意事项

1. 向热水器内先送冷流体(冷水),然后送热流体(热水).
2. 待冷水流量和各点温度稳定后,换热器内无气泡再记录数据.

八、实验报告

1. 计算不同实验条件下的传热系数 K 值.
2. 分析不同实验条件下 K 值不同的原因,
3. 通过实验数据分析,提出如何强化传热过程的建议.