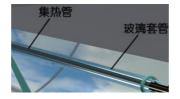
第八章+第九章

如图所示一太阳能集热器,它由外径为 70mm 的铝管和直径为 120mm 的薄玻璃管组成,铝管外表面和玻璃管内表面组成环形通道,水从铝管中流过后被加热。

- (1) 试分析如何提高太阳辐射能的利用率;
- (2) 在一晴朗无风的白天,测得每米该集热管吸收太阳辐射 56.7W,环境空气温度为 35℃。若此时水泵故障,试确定达到稳定状态时铝管外表面和薄玻璃管表面的平均温度。假设铝管外表面发射率为 0.14,玻璃管外表面发射率为 0.8,环形通道真空。



太阳辐射的主要能量集中在 0.2~2 μm 之间, 玻璃对于 xo <3 μm 的热辐射有很

分析:

高的穿透比,而对∞∞3μm的热辐射的穿透比很小。大部分太阳辐射能穿过玻璃进入有吸热面的腔内,而吸热面发出的常温下的长波辐射却被玻璃阻隔在腔内。所以设计制造太阳能集热器,一方面要考虑对太阳辐射的尽可能吸收,另一方面要抑制其向外界热量的散失。因此集热管表面应具有在 0.2~2μm 波长范围内尽可能高的吸收比,同时应具有在自身温度的长波辐射内尽可能低的吸收比,这就是选择性吸收涂层,目前已开发出的涂层材料的吸收比与发射率之比可高达

8~10。集热管除了辐射热损失外,还和周围流体间存在对流传热损失,环形通道

抽真空是抑制自然对流热损失的有效方法。

当水泵故障,集热器达到稳定状态时,根据能量守恒,集热管与薄玻璃管间的传热量=玻璃管与外界环境间的散热量=56.7W。因为环形通道内真空,所以集热管与薄玻璃管间只存在辐射传热;薄玻璃管与外界环境间存在自然对流和辐射传热;玻璃管的厚度可以忽略。

解:

(1) 根据以上分析,提高太阳能利用率的有效途径有:

吸热材料:尽可能多地吸收太阳能,尽可能少地向外辐射;

环形通道: 抽真空以抑制铝管外表面和薄玻璃管间的自然对流热损失;

铝管内:设计合适的强化传热表面或结构,以强化工质侧的对流传热。

(2) 根据以上分析,单位长度集热管与薄玻璃管间的辐射传热量为

(1)

单位长度集热管与外界环境间的散热量为

(2)

上式中,h 为薄玻璃管和外界空气间的自然对流表面传热系数,可以通过假定薄玻璃管温度、选择适当的实验关联式来迭代求解。为了简单起见,取 $h=5.67 \mathrm{W/m^2 K}$ 。

根据题意,有

所以,根据(2)式,可求得

 $T_{glass} = 319.4$ K

 $t_{glass} = 46.4$ I 根据(2)式,可求得 $t_{tubs} = 489.1$ I

讨论:

本例的计算做了以下简化:

- (1) 环形通道内绝对真空,不考虑气体传热的影响;实际上不可能做到绝对真空,气体随压力的减小"稀薄效应"凸显,这属于稀薄气体传热的内容,超出了本科《传热学》内容。
- (2) 玻璃管厚度忽略;如果要考虑厚度,则通过玻璃管的导热量也应该是 56.7W,该题也可求解。
- (3) 玻璃管与外界环境空气间的自然对流表面传热系数需要迭代求解, 为了简化计算,假设为已知。