

第二章 加热蒸发基本知识

第一节 加热蒸发工艺要求

一、工艺流程

(一) 糖汁加热工艺流程

1. 甘蔗生产

磷酸亚硫酸法是目前各糖厂普遍采用的方法,其流程如图 2-1 所示。

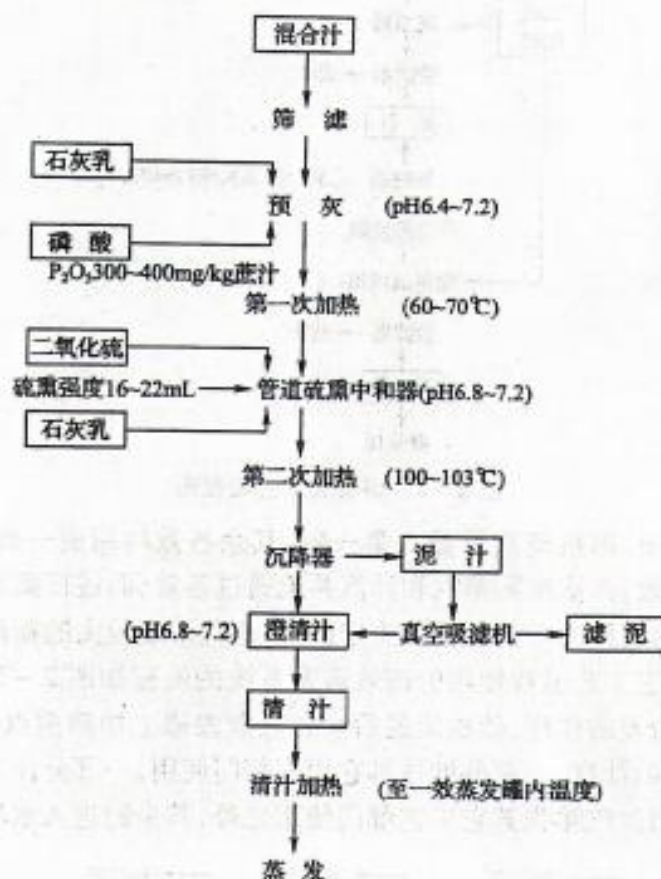


图 2-1 磷酸亚硫酸法工艺流程图

2. 甜菜生产

目前碳酸法生产普遍采用的流程如图 2-2 所示。

(二) 蒸发工艺流程

糖厂的蒸发站是由若干个蒸发罐组成的一种多效蒸发装置,可分为真空蒸发和压力蒸发两种系统。真空蒸发系统以四效和五效蒸发较为普遍,压力蒸发系统则以带浓缩罐的三效压力蒸发为代表。现甜菜和甘蔗糖厂普遍采用真空蒸发工艺。



图 2-2 碳酸法工艺流程图

在各种蒸发流程中,加热蒸汽只通入第一效,其余各效均用前一效糖汁生成的汁汽加热。糖汁先进入第一效,并依次同蒸汽和汁汽并流通过各效,而进行蒸发浓缩。糖汁与蒸汽采用并流的方式,是由糖汁的工艺性质而决定的,以避免浓度较大的糖液受高温的影响。

具有抽汁汽供其它工艺过程使用的四效蒸发系统的流程如图 2-3 所示。糖汁进入第一效蒸发罐,由于压力差的作用,依次流经后续各效蒸发罐。加热蒸汽通入第一效蒸发罐,每一效罐蒸发所产生的汁汽,一部分抽往其它用汽部门使用,一部分作为下一效蒸发罐的加热蒸汽,末效蒸发罐的汁汽除供其它工艺部门使用之外,其余的进入水喷射冷凝器。

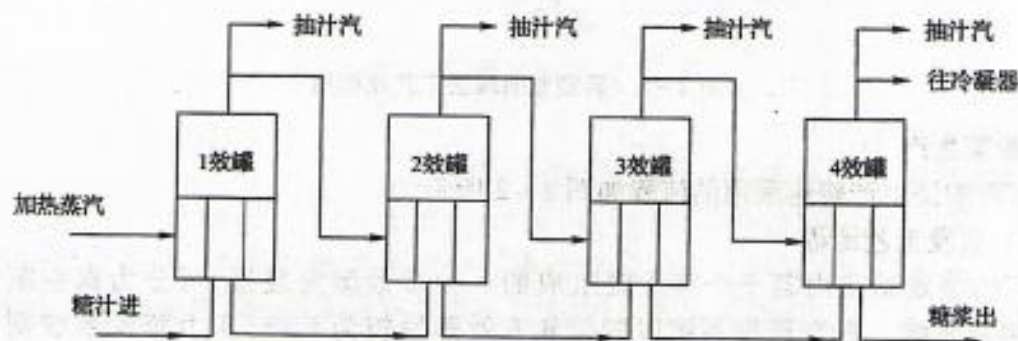


图 2-3 糖厂多效蒸发(四效)流程

现糖厂大多数使用四效(甜菜)或五效(甘蔗)压力真空蒸发流程,如图 2-3 和图 2-4 所示。清汁用离心泵经加热器加热后进入第一效蒸发罐中,并输入汽轮机的废汽作为加热蒸汽,当废汽不足时,可用锅炉的生蒸汽减压后来补充。

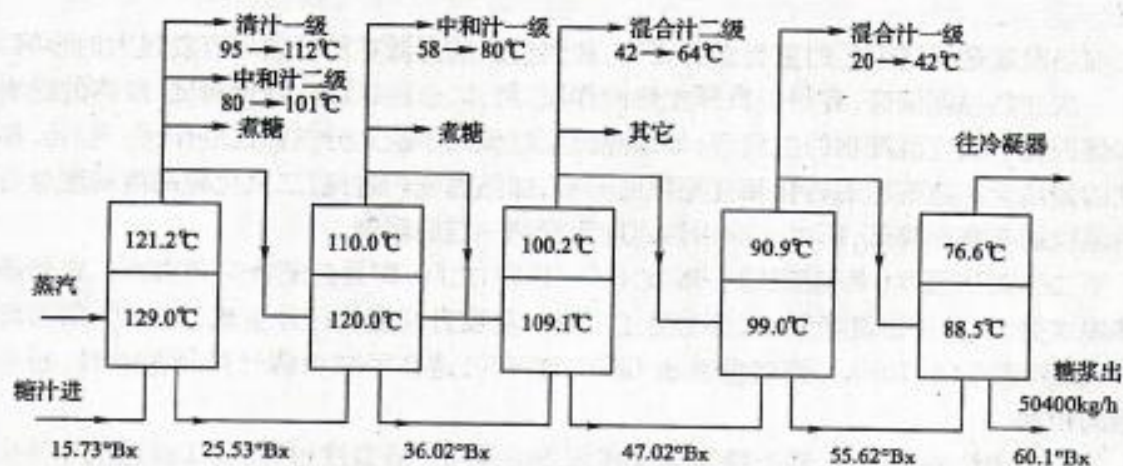


图 2-4 糖厂多效蒸发(五效)流程

在第一效蒸发罐中,加热蒸汽通过加热管把它的潜热传给糖汁后,糖汁中一部分水分便蒸发生成汁汽,而加热蒸汽则凝结成为汽凝水,然后,第一效的汁汽进入第二效的加热室,用来加热从第一效进入第二效的糖汁,同样,第二效的汁汽进入第三效,用来加热从第二效进入第三效的糖汁,第三效的汁汽再进入第四效,用来加热从第三效进入第四效的糖汁。第四效的汁汽进入第五效,用来加热从第四效进入第五效的糖汁。最后,第五效即末效的汁汽进入冷凝器,并用真空泵将汁汽中的不凝性气体抽出(或用水喷射冷凝器代替一般冷凝器和真空泵),从而取得末效的真空度。糖汁依次经过各效蒸发罐,进行加热蒸发,最后从末效罐排出。

二、工艺要求

(一) 糖汁加热工艺要求

糖厂的物料在加工过程中要多次进行加热。例如提汁车间的混合汁送到制炼车间之后,需要进行加热处理(一次加热);经硫熏中和后得到的中和汁需要进一步加热(二次加热),然后进入沉降器,在沉降器分离为清汁和泥汁;清汁在进入蒸发罐之前还要进行加热等。糖厂的各种加热(或冷却)过程,连同糖汁的蒸发浓缩和煮糖过程,都是热的传递过程。

为了工艺过程能顺利进行,对加热器有以下基本要求:

(1) 维持工艺过程所需的温度,需正确选择交换表面及载热体,调节工作介质的温度、物料在设备中的停留时间及移动速度。

(2) 加热器材料要与工作介质的化学性质及其压力相适应。

(3) 加热器的生产能力高,经济性能好。加热面的积垢少而且易清除,减少“停滞区”及非工作区的容积。

(4) 加热器的结构简单、廉价。便于安装与检修。工作可靠,管理方便。在生产条件下,设备操作管理方便。

1. 亚硫酸法加热工艺条件

亚硫酸法糖厂采用二次(或三次)加热。第一次加热温度一般在 $60 \sim 70^{\circ}\text{C}$, 第二次为 $100 \sim 103^{\circ}\text{C}$, 第三次加热(清汁加热)温度一般在 $120 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 。按蒸发方案选用适宜的汁汽。

加热温度是澄清工艺的重要条件之一, 加热温度的高低对澄清效果有着很大的影响。

一次加热温度偏高, 有利于发挥加热的作用, 例如, 杀菌、除泡、降低黏度、胶体的脱水凝聚和促进化学反应沉淀物的生成等, 如加热温度过低则不能充分发挥这些作用。但是, 加热温度的偏高会加速蔗糖的转化和还原糖的分解, 加热温度若过高, 二氧化硫的溶解度也会随加热温度的升高而降低, 所以一次加热温度要受到一定的限制。

第二次加热温度(亚硫酸法)一般在 $100 \sim 103^{\circ}\text{C}$ 之间, 即是使蔗汁达到沸点。这样能使胶体脱水完全, 蔗汁黏度降低, 沉淀物易于沉降。温度升高能使已经生成的 CaSO_3 的溶解度下降, 而形成的 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 则能分解成 CaSO_3 和 SO_2 , 这样可减少清汁的钙盐含量, 减少蒸发罐的积垢。

如二次加热温度过低, 则不能充分发挥加热的作用。若温度过高, 除了加速蔗糖转化和还原糖的分解外, 还会使某些已经凝聚的胶体复溶, 某些沉淀物也可能重新溶解, 蔗糖水解, 造成蔗汁浑浊和色值增加。

若加热温度过高, 或加热温度不稳定, 时高时低, 则在沉淀器内容易产生温差而引起对流, 影响沉降速度。因此, 第二次加热温度一般在 $100 \sim 103^{\circ}\text{C}$, 最高不超过 105°C 。

2. 碳酸法加热工艺条件

(1) 甘蔗碳酸法糖厂采用三次(或四次)加热

全汁过滤法: 第一次(混合汁)加热温度一般在 $40 \sim 45^{\circ}\text{C}$, 在此温度下混合汁中的蔗糖分转化较少, 还原糖被破坏少, 而且还能保证正常的饱充过滤作用。如果是还原糖含量少的高纯度糖汁可适当提高加热温度。第二次(一碳汁)为 $60 \sim 65^{\circ}\text{C}$ 。第三次(二碳汁)加热温度一般在 $70 \sim 75^{\circ}\text{C}$, 如二碳饱充的加热温度低于 70°C 时, 易产生乳酸发酵的现象。乳酸发酵会引起二碳饱充汁的 pH 显著下降, 二碳饱充汁呈浑浊带乳色, 而且还会导致二清汁的钙盐含量增加。第四次(清汁)加热温度一般在 $120 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 。

沉降过滤法: 第一次(混合汁)加热温度一般在 $50 \sim 55^{\circ}\text{C}$, 第二次(一碳清汁)加热温度为 $70 \sim 75^{\circ}\text{C}$, 后面流程同全汁过滤法。加热蒸汽按蒸发方案选用适宜的汁汽。

(2) 甜菜糖厂多采用四次(或五次)加热

第一次加热是通过原汁(渗出汁)加热器进行, 其目的是在加工冻甜菜或冻化甜菜时提高加灰汁的温度, 以加快石灰与非糖分之间反应的速度, 并使渗出汁中某些蛋白质等胶体物质在适应的温度下迅速凝聚而加快沉淀, 保证预灰过程最多地除去胶体物质的目标实现。

第二次加热是灰汁加热(预灰或主灰)在 85°C 左右的温度下, 渗出汁中的酰胺和还原糖由于石灰的作用而分解, 从而易于在后续工序中除去。

第三次加热是一碳饱充汁加热, 目的是降低糖汁黏度, 使糖汁过滤迅速。

第四次加热是二碳饱充前的加热, 目的是提高糖汁温度, 达到沸点饱充。防止在饱充过程中产生可溶性的碳酸氢盐(主要是碳酸氢钙), 从而减少蒸发罐的积垢等。

第五次加热是糖汁进蒸发前的加热, 目的是将进蒸发罐糖汁的温度提高到一效罐内温

度,以充分发挥蒸发系统效能。

3. 加热器的热源

糖厂中均以蒸汽作为加热器的热源。根据加热温度的高低,所要求的加热蒸汽来源也不同。加热温度较低时可用蒸发罐汁汽作为热源,如加热温度超过 110°C 则用减压汽作为热源。

(二) 蒸发工艺要求

1. 蒸发的工艺要求

糖汁经澄清处理后,所得的清汁浓度约为 15°Bx 。为了适应后段工序的生产,需把清汁浓缩成为 65°Bx 左右的糖浆。在蒸发过程中需要消耗大量的加热蒸汽,同时也产生大量的汁汽供其它工段使用。

2. 蒸发站的任务

蒸发站在糖厂中有着重要的地位,其主要任务:

(1) 保证糖浆的浓度 从蒸发站出来的糖浆,必须保持浓度稳定,以适应煮糖生产的需要。如糖浆太稀,会增加耗汽量及煮糖时间,从而增加蔗糖分的损失,使糖膏的色值增加,影响产品质量;糖浆太浓,会使疏黑困难、结晶操作不易控制和增加积垢,而且可能有在贮箱及管路中生成结晶的危险。

(2) 合理地使用汁汽 蒸发站不仅担负着浓缩糖汁的任务,还要利用在蒸发过程中产生的汁汽,供加热和煮糖使用,以降低用汽量。蒸发站是糖厂热系统的中心,素有糖厂的低压锅炉之称。为了节省用汽,糖厂应选择合理的热力方案,全面抽取汁汽供加热和煮糖使用,在保证蒸发系统生产能力的前提下,尽量减少全厂的工艺用汽量。

(3) 汽凝水的合理使用 蒸汽和汁汽在蒸发罐加热器和煮糖罐使用后,由于把它的潜热传给了糖汁或糖浆,本身即凝缩成为具有相当温度的汽凝水。根据蒸汽和汁汽压力的不同,所得的汽凝水分别经排水器进入各个热水贮槽中,作为入炉水或工艺过程用水。一般来说,加热蒸汽的汽凝水,第一效蒸发罐排出的汽凝水质量较好可重新送回锅炉使用,其它各效罐汽鼓的汽凝水则作为工艺过程的用水。如第二效汽鼓排出的汽凝水不含糖(含糖量小于 20mg/L 水)亦可作为入炉热水的补充水源。

(4) 减少糖分损失,保证糖浆质量 从工艺和操作上稳定入罐清汁的酸值,降低蒸发温度和缩短糖汁在蒸发罐内的停留时间,尽量减少因蔗糖转化、分解而造成的糖分损失,减少还原糖分解和蔗糖焦化而引起的糖浆色值增加。

(5) 减缓积垢的形成速度 蒸发站除了要保证糖浆浓度、糖浆的质量、合理地使用汁汽及提供锅炉及工艺用水以外,还要保证罐内的糖汁循环流动良好,以减缓积垢的形成。

第二节 传热的基本原理

热量传递是自然界和工程技术领域中极为普遍的一种传递现象,如用手抓冰块时会感到冷,这是因为手的温度高于冰块的温度,两者之间存在着温度差,所以手上的热量传递给了冰块,手就感到冷了。再如在一根铁棒的一端加热,过一段时间后其另一端也就变热了,这也是因为铁棒的两端之间的温度不同,被加热的一端的温度高于另一端,两端之间存在温差,因此热量就从加热的温度高的一端传递到温度低的一端,使另一端的温度渐渐升高而变