

章节 15.4

典型的减温器安装

典型的减温器安装

安装

在安装减温器时，有几个方面需重点注意，它们是：

- 冷却水的性质。
- 减温器本身的安装。
- 需要的配套附件。
- 冷却水和过热蒸汽的控制阀。

一个典型的管线式减温器的安装布置如图15.4.1所示。

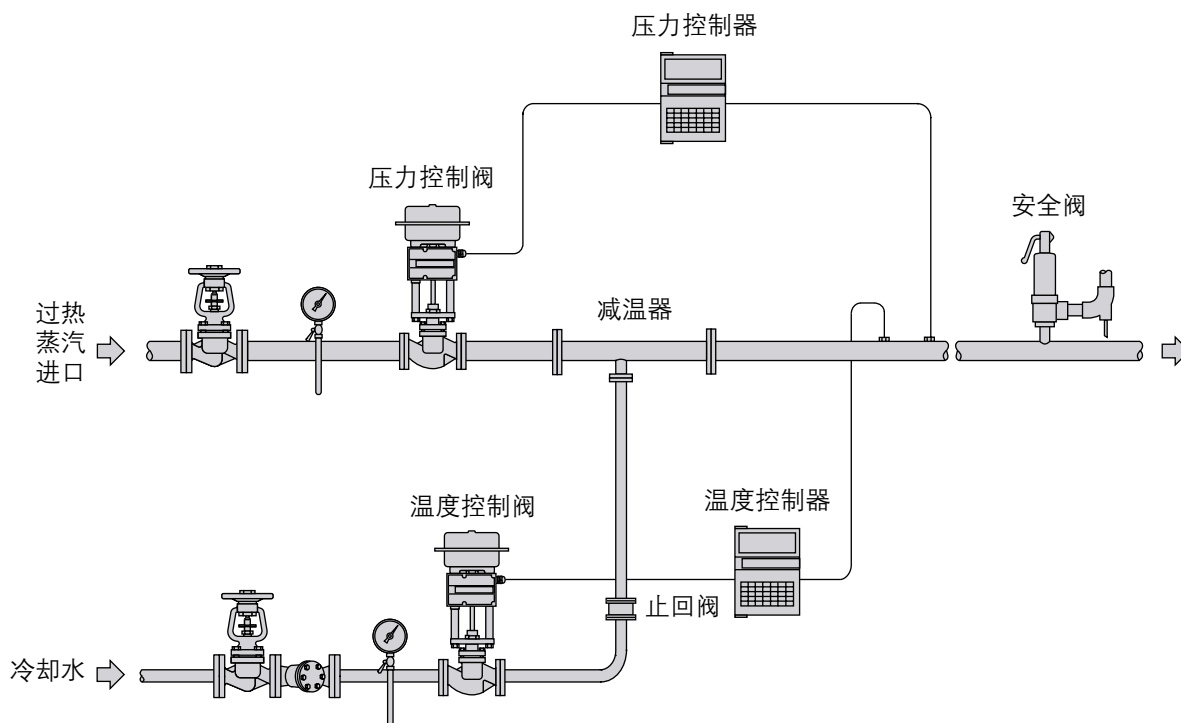


图15.4.1 典型的管线式减温器的安装布置图

冷却水的特性

- 温度 - 使用高温的冷却水能达到最有效的减温效果，越接近饱和温度越好。无论如何，冷却水的温度不能低于5℃。

使用高温冷却水有以下优点：

- 可以使水滴悬浮在蒸汽中的时间最短。
- 水蒸发更快。
- 水在管道内壁析出的可能性最小。

但是使用高温的冷却水也有两个缺点：

1. 冷却水的温度越高，冷却效果降低，需要的冷却水量越大。
2. 除非有现成的高温冷却水，否则需要额外的加热装置。

因为使用高温冷却水，必须对高温冷却水管道进行保温以避免热量损失和对人员的伤害。

- 品质 - 冷却水的品质也很重要。被喷入冷却水的总的可溶固体(TDS)含量应尽可能的低，因为任何的固体物将会在以下设备上沉淀：

- 阀门的表面。
- 减温器喷嘴的小孔。
- 减温器下游管道的内壁。

除了降低TDS值以外，在水的控制阀前应安装过滤器。

- 压力和流量 – 在15.2章节中提及，冷却水的压力和喷嘴的面积决定了冷却液进入减温器的流率。表15.3.1 表示了各种减温器所需要的典型的最小压力(超过被减温蒸汽压力)。值得指出，这些数据因制造商和蒸汽压力的不同而有所改变。

如使用了增压泵，必须配有“回流管”以确保在所需的冷却水量很低时有足够的流量返回泵。
- 控制 – 水通过控制阀不可避免产生压力降。当冷却水的温度接近饱和温度时应确保通过控制阀的压力降不至于使水闪蒸成蒸汽。

水的控制阀通常需要选择等百分比流动特性以和泵的特性相配合。
- 来源 – 得到高温高压的冷却水可能比较困难。有几种冷却水的来源，它们包括：
 - 锅炉补给水泵的压力侧（假定锅炉给水使用连续调节控制）。
 - 脱矿水。
 - 冷凝水。
 - 城市用水。应需要水处理以改进水的品质，否则盐份会在减温器的下游管道析出。

减温器的安装

减温器总的安装长度随减温器的型号和口径而变化，但通常为7.5m左右。

大多数减温器能在任意方向安装（变孔板型例外），但如果安装在垂直管道，流向必须向上。对于文丘利型减温器其最佳安装是安装于垂直管道，流向向上，这样有助于蒸汽和水的混合，但这种安装方式因受到垂直空间的限制而不大可能采用。

过热蒸汽的压力控制

虽然设计的减温器可以在变上游压力的工况下工作，但如果上游的来汽压力能保持恒定则比较简单方便。

需要的冷却水量由减温器出口的蒸汽温度控制。温度越高，控制阀开度越大，需要加入的冷却水越多。其目的是将过热蒸汽的温度降低到设计排放温度的一定范围以内。

如果过热蒸汽的供汽压力提高，则其饱和温度也相应提高。但冷却水控制器的设定温度没有变化，可能会喷入过度的冷却液，从而产生湿蒸汽。

用于控制过热蒸汽压力的压力感应器最好能安装在使用点，这样压力控制阀能补偿任何在减温器和使用点之间的压力损失。

温度感应器的位置

从水喷入点到温度感应器之间的最小距离是很关键的：

- 如果感应器过于靠近水的喷入点，蒸汽和水尚没有充分混合，感应器可能给出错误输出。
- 如果感应器安装在很远处，这样会增加不必要的安装距离。

最小安装距离随减温器的类型不同和制造商不同而变化。它通常与需要的出口温度和进口温度或冷却水的温度之间的差有关。图15.4.2表示典型的制造商推荐的感应器位置图。

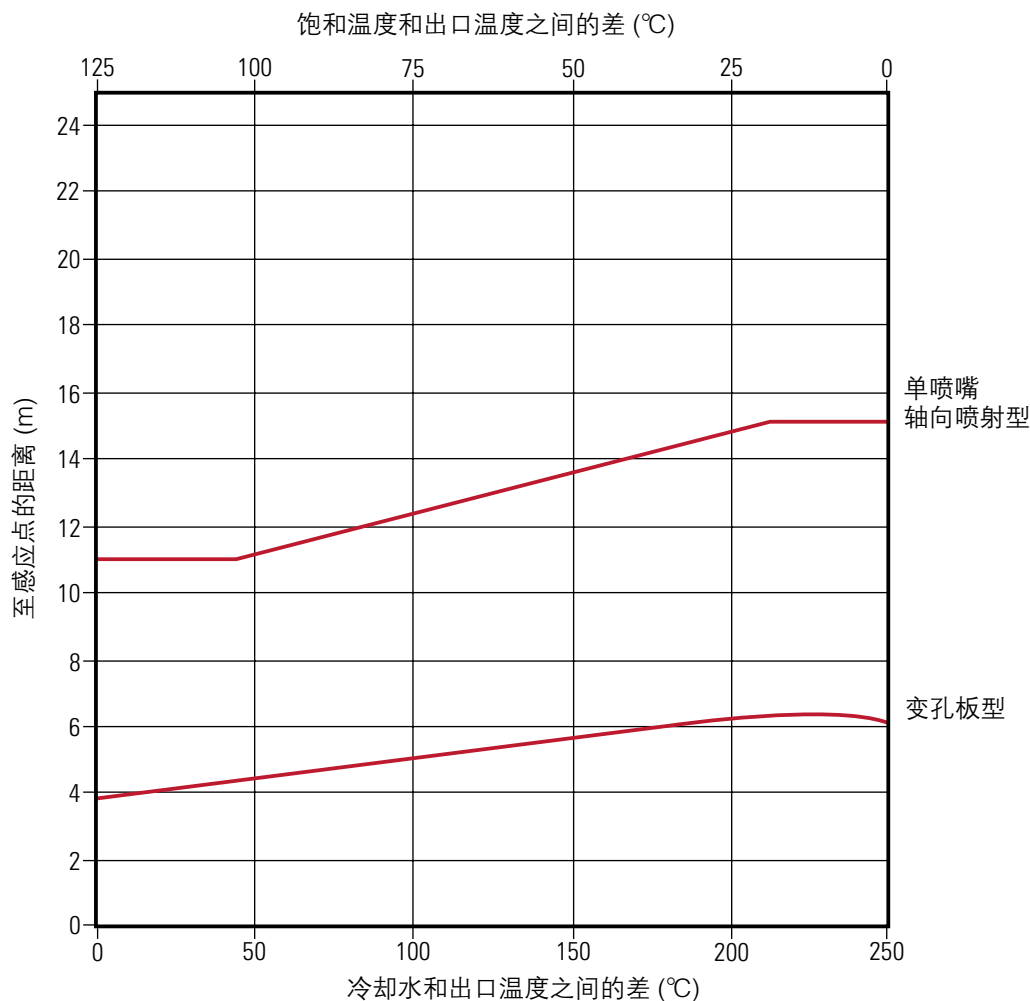


图15.4.2 温度感应器的位置

汽水分离站

减温器下游管道高效的疏水系统至关重要。为了确保水不在任何地方积聚，在流动方向上管道的布置应该每米有20毫米的向下坡度，并且应该有一个汽水分离站。

汽水分离器的疏水阀应正确选择以避免空气堵塞，从疏水阀出来的排放管应该具有足够的处理能力并尽可能垂直安装。疏水阀应该能承受过热蒸汽工况。

对于关键的应用，例如汽轮机的进口，汽水分离器则特别的重要；汽水分离器分离了任何由于控制失效而产生的携带水分，并且阻止过多的水分加入蒸汽中。

截止阀

为了使维护工作能安全地进行，建议在以下设备的上游安装截止阀：

- 过热蒸汽压力控制阀。
- 减温器。
- 冷却水供应管。

一般来说，对截止阀安装没有特别的要求，但和被切断的设备之间的距离应不小于10倍管径。

安全阀

可能需要安装安全阀以便在压力控制可能出现失效时保护减温站的下游设备。

必须将来自安全阀的排放管引向安全地。对于可能排放的高温过热蒸汽这一点特别重要。

温度和压力等级

必须记住用于蒸汽系统的大多数设备是为饱和蒸汽系统设计的。因此必须考虑用于减温站的所有设备应该能承受过热蒸汽的最高温度和压力。

大多数设备有基于材料公称压力(PN)等级的特定最高压力和温度的限制。PN公称压力等级通常指材料在120℃温度下能承受的最高压力。例如，PN16压力等级，是指材料在120℃时能承受的最高压力为16 bar g。在更高的温度下，最高压力会下降(见图15.4.3)，但是，它们之间的关系是变化的，具体情况要取决于材料本身。

另外，各种部件诸如垫片、紧固件和内部件会进一步限制最高压力和温度。

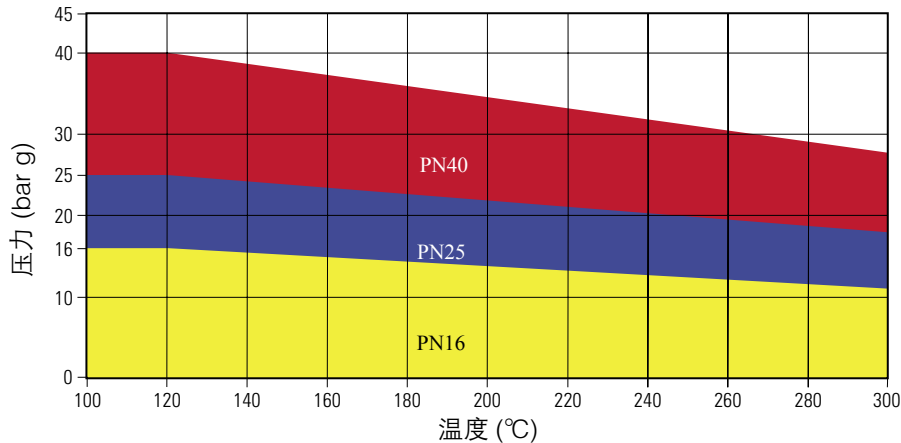


图15.4.3 压力等级 - 温度/压力限制

控制

对用于减温器的控制装置的选择和安装值得重点考虑，因为它们会影响减温器的调节比。如果安装的控制系统的调节比低于减温器本身的调节比，减温站的调节比会下降（参考15.2）。

详细的控制基础和实践参考本书的第5到第8章。

选择

当为一个特定的应用选择一个合适的减温器类型时，必须考虑以下因素：

□ 汽水分离器器 - 这可能是最值得考虑的方面之一，不同类型的减温器达到的有效减温效果变化很大。

有必要在此强调，虽然确保装置对处理的流量具有足够的调节比，但选择设备不要比实际需要的调节比大的多同样很重要。这不仅会影响到费用，同时会导致系统性能较差。差的性能由于以下这个事实所恶化，那就是大多数减温器在设计流量的高端性能更好，以及系统设计者考虑为以后的系统扩容倾向于设计增大能力。例如一个极端的例子，如果设计的流量是目前需要流量的10倍（为了考虑以后的扩容需要），减温器将在它的全量程的1%到10%之间工作，而不是10%到100%之间工作。

□ 减温后的蒸汽温度 - 在前面的章节中提到不同类型的减温器将蒸汽温度减到接近饱和温度几度范围以内的能力是不同的。例如，如果需要将过热蒸汽温度减到饱和温度的5℃以内，则可以选择文丘利型或变孔板型的减温器（参考表13.1）。

通常，当残余几度的过热度可以接受时，减温后的蒸汽温度应尽可能比饱和温度高。它有以下几方面的好处：

1. 费用 - 通常越接近饱和温度需要费用越高的减温器才能达到。

2. 控制器的敏感性 - 当要求减温后的蒸汽温度很接近饱和温度时，它可能是一个问题有限的控制器敏感度也是大多数减温器出口温度限制在高于饱和温度以上的原因之一。例如，如果一个控制器具有±5℃的敏感度，它将在饱和温度和高于饱和温度5℃的范围内无法识辨，这样一个控制器探测到蒸汽的温度高于饱和温度5℃，而实际上蒸汽是饱和温度，它将增加喷入的冷却水量。但因为饱和和蒸汽的温度不会下降（因为蒸发潜热能的原因），控制器认为系统的温度仍然高于饱和温度5℃，它将增加更多的冷却液。这会导致减温站后的蒸汽管道充满很潮湿的蒸汽。

3. 当过热蒸汽温度下降接近饱和温度时由于两者之间的温差减小，冷却液的蒸发会更加困难。

4. 更小的温差也会导致水和蒸汽之间传热下降。这增加了水滴在管道中从悬浮状态析出的可能。为了防止这种现象产生，当温度接近饱和温度时，应增加蒸汽的流速以加大紊流。

□ 冷却液的供给压力 - 减温器的选择也取决于冷却液能否提供必要的压力。如果使用已经可以供给的冷却液则具有费用上的优势，例如从锅炉给水泵的压力侧取水。

对于特定类型的减温器如果可以提供的压力不够，则需要布置额外的泵送系统。

典型的制造商选型表如图15.4.4所示，它基于表15.3.1中的减温器的典型性能和安装特性。
减温器口径的选择随制造商的不同和减温器类型的不同而变化，这超出了本书的范围。

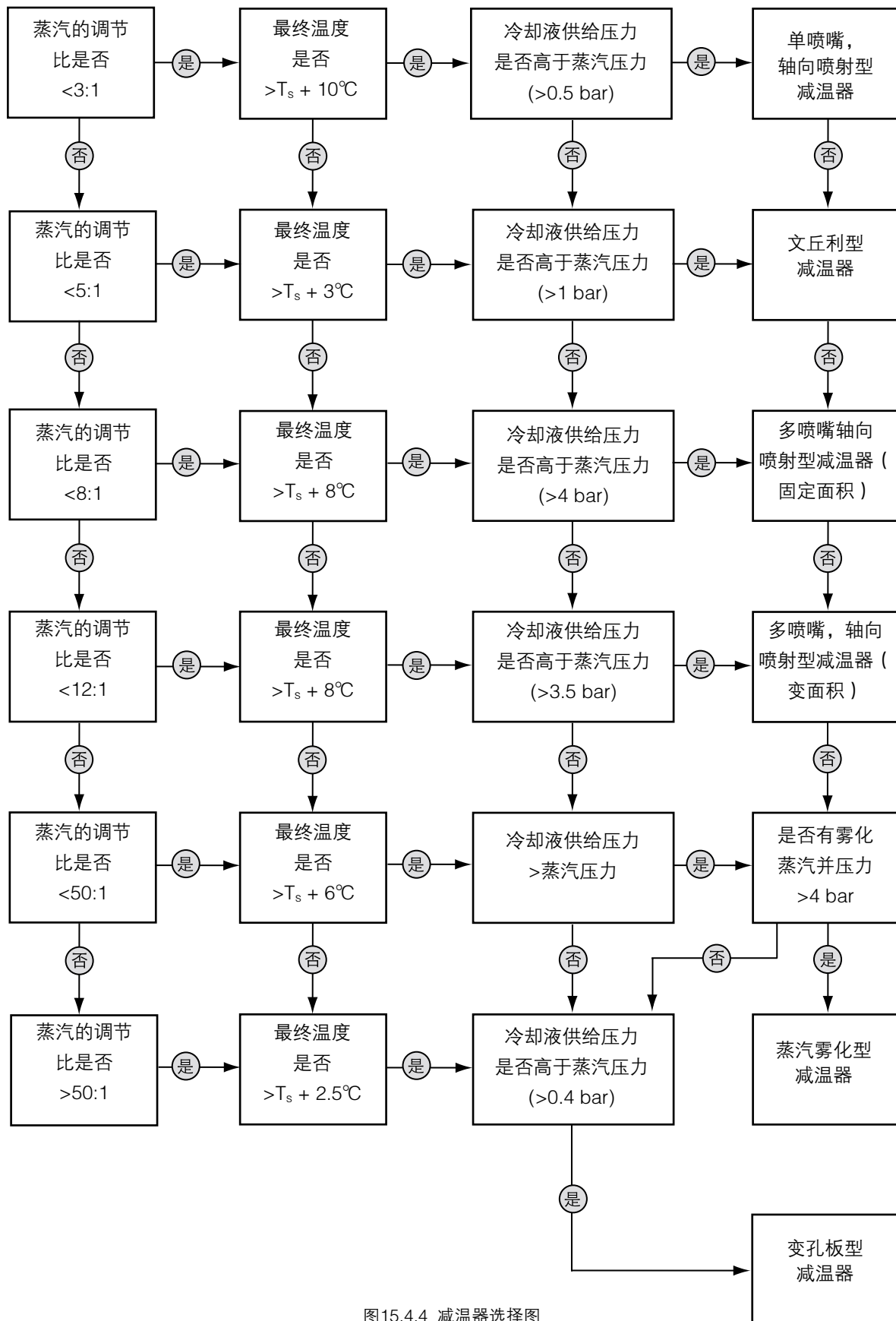


图15.4.4 减温器选择图

典型应用

减温器主要应用于以下两个区域：

1. 电厂 – 减温器主要用于将从汽轮机旁通系统来的蒸汽温度降低到有效的温度水平供电厂内其它需要使用饱和蒸汽作为传热目的的设备使用。

2. 制程工业 – 在制程工业中，减温器作为减温减压站的一部分，将来自锅炉的蒸汽降低到经济的操作水平。表15.4.1列出在一些特定行业内的典型应用。

表15.4.1减温器在制程工业内的典型应用

行业	应用场合
造纸和纸箱	纸张干燥机
食品	蒸汽煮锅 蒸发器
纺织	化纤成形高压锅
烟草	烟叶烘干机 反应锅加热夹套和盘管 蒸馏设备
化工和制药	果醇设备 硫磺设备 聚合设备 化学 真空蒸馏起机加热器 乙醇和乙烯设备 芳香烃回收
石油化工	氯乙烯设备 热力和催化裂化器 真空蒸馏 聚合设备 硫磺设备 除盐 并构化制造 热力和催化裂化器
精炼厂	真空蒸馏 硫磺设备
酿造和蒸馏	蒸汽加热系统
锅炉和汽轮机安装	电厂 造船

Questions

1. Which of the following are advantages of using hot, instead of cold water as the cooling fluid in a desuperheater?

- i. Water particles spend less time suspended in the steam.
- ii. Less water impinges on the inside walls of downstream pipework.
- iii. It reduces the absorption length as the water is evaporated more quickly.

- a) i only
- b) ii only
- c) i and ii
- d) i, ii and iii

2. Why is tap water not an ideal source for cooling water for most types of desuperheater?

- a) It is generally available at low pressures
- b) It is at room temperature
- c) High TDS levels can result in solids falling out of suspension
- d) All of the above

3. Why do most desuperheaters not reduce the temperature of the superheated steam to saturation temperature?

- i. The decrease in temperature difference between the cooling water and the steam makes this difficult.
- ii. The sensitivity of the cooling water flowrate controller will cause flooding of the pipework at temperatures close to saturation.
- iii. Producing steam at saturation temperature is not beneficial.

- a) i only
- b) ii only
- c) i and ii
- d) i, ii and iii

4. Why is it important not to over specify the turndown ratio of a desuperheater?

- a) It will increase the cost of the desuperheater station
- b) It will increase the risk of the downstream pipework flooding
- c) It will increase the amount of cooling water required for a given superheated steam flowrate
- d) The statement is false and all desuperheaters should be specified with a significantly larger turndown to allow for expansion

5. Using the selection chart (figure 15.4.4), which type of desuperheater would be most suitable for use in a sugar refinery for the following conditions? The site already has a boiler producing 10 bar g saturated steam. Coolant is available at 14 bar g.

Maximum superheated steam flow	16 000 kg/h
Minimum superheated steam flow	2000 kg/h
Final temperature	$T_s + 7^\circ\text{C}$

- a | Tube bundle type
- b | Multiple nozzle, axial injection type
- c | Steam atomising type
- d | Variable orifice type

6. Which of the following considerations have to be made when selecting a type of desuperheater?

- a | Turndown ratio
- b | The required final temperature
- c | The availability of cooling water
- d | All of the above

Answers

1: d, 2: d, 3: c, 4: a, 5: c, 6: d

