

1. HELIXCHANGER 胴側凝縮の利点

螺旋形バッフル幾何形状の混合物の凝縮が非凝縮性ガスが存在する純粋な成分を凝縮することへの適用は、従来の欠円形バッフルの設計に対して次の利点がある。

1) より小さい二相の圧力損失

これはローカルの露点温度の低下を最小にする明白な効果があり、それは換言すればより大きなローカルの有効な温度差になります。接近している温度アプローチを用いるコンデンサーでは、改善されたローカルの温度差は、必要な伝熱面積を減少させる際に重要な効果をもたらすことができます。石油精製及び石油化学工業におけるフィード/エフルエント熱交換器列、これらの設計で直面するコスト温度アプローチ、そして胴側の均一な流れの分配の利点により螺旋形バッフル熱交換器の理想的な適用を提供し、そしてそれは汚れの割合を減少させる傾向があります。

2) より高い二相と気相の対流伝熱

同圧力損失において螺旋形バッフルは欠円形バッフルより非常に大きな単相の伝熱係数を提供します。それ故に、凝縮境界膜係数が増大した対流伝熱係数とともに加わる剪断が制御する凝縮において、結果として生じる係数は螺旋形のバッフルを用いることにより高められます。特に気相の熱抵抗が支配的なとき、螺旋形のバッフルの設計はそれを減らし、かなり高い胴側熱伝達係数を達成するために非常に効果的に用いることができます。

3) 二相の流れの配分

同サービスにおいて螺旋形バッフルは欠円形バッフル装置と比較すれば、バイパス流を減らすと共に、螺旋流の均一な流速と栓流の特性は、2相の流れのよい配分を促進します。

4) 広い沸騰範囲の混合物の凝縮

螺旋形の流れ様式は液体及び気体の相のよりよい混合を提供する；その結果、相が分離されるとき起こる特異な凝縮のプロセスと比較して、より高い平均温度差で全体の凝縮を促進します。熱交換器の蒸気分率の高いゾーンにおいて、螺旋形の流れによる対流伝熱の促進は凝縮伝熱係数を増大させます。

5) ローフィンチューブの使用

ローフィンチューブは特に混合物の胴側凝縮に適しています。ローフィンチューブで利用できる拡張表面と共に螺旋の流れによる高められた蒸気相の係数は、コンパクトな熱交換器をもたらします。螺旋流の接線方向の速度に起因するより高い蒸気剪断率は、ローフィンチューブ上で凝縮している表面張力の大きな流体に対してチューブ表面から凝縮物を離す役割をします。

6) 二相分離

螺旋形のバッフルは、従来の熱交換器と比較して混合の流れにより有利です。螺旋形の流れの均一な速さは、ローカル温度推進力を下げる際に、相分離とその影響を最小にします。

7) 流動励起振動

多量の入口の蒸気量による横型凝縮器は、かなり伝熱係数が減少する分割流れの配置 (TEMA 規格の J-シェル) を必要とします。流動励起振動に対して管束を保護する試みは従来の熱交換器の熱伝達目的に反して働きます。流速はチューブの高い固有振動数を得るためにより近い間隔で区切られたバッフルプレートの螺旋角度によって規制されるので、ヘリカルバッフルは入口流量が多い蒸気でさえ胴 1 パス (TEMA 規格 E-シェル) の適用ができる。二重螺旋はひとつの螺旋パターンがもう片方に絡み合うデザインで大量の流れの場合にたびたび設計に使用されます。

2.0 HELIXCHANGER 胴側蒸発の利点

従来の熱交換器と比べて、螺旋流は胴側の蒸発の場合いくつかの利点を示します。

1) より少ない二相流の圧力損失

螺旋形状の流れにより達成された二相流の低い圧力損失を備えた縦型の装置は、低い駆動液頭圧で増加した循環比により高い二相流の伝熱係数をもたらした。低圧で作動するリボイラーでは、螺旋流の低い圧力損失の特性は入口の過冷却ゾーンの長さを減らし、それにより必要伝熱面積を少なくさせます。

2) より高い二相流の対流伝熱

螺旋流で達成された高い対流伝熱は二相の対流伝熱係数を増加させます。従って、全体的な二相の伝熱係数は増加されます。結論として、伝熱面積の増分による性能の増加又は新設設備においては、より小さな熱交換器になります。

3) 二相の流れの配分

螺旋状のバッフルアレンジメントは、均一な流れの分配と栓流の特性のためより少ない漏れとバイパス流をもたらす。螺旋流に伴う渦巻とバックミキシングがないことは、汚れの割合を少なくさせる傾向があります。

4) 広い沸騰範囲の混合物の蒸発

螺旋流で成し遂げられる相の良い混合は、流れをより密接に沸点曲線をたどらせ、高いローカル温度差を維持することを可能にします。より多くの蒸気が経路に沿って発生するとき、螺旋形バッフルでの対流伝熱係数の増大は必要伝熱面積を決定する際に有利に機能します。広い沸騰範囲の混合物では、螺旋流の低い圧力損失の特性は、高い循環比率が熱交換器の流れの経路に沿って低い蒸気分率を許容するので特に重要です。

5) 可能なより長いチューブバンドル

横形の胴側の蒸発は、螺旋形のバッフルによって達成されるより高い圧力降下の転換により小さい直径とより長いチューブバンドルで実行できます。

6) 二相分離

横型胴側蒸発器において、しばしば欠円形バッフルは垂直なカットで使用されます。この形状はより高い液荷重で相分離を促進することができます。流れの質量速度がバッフルの切欠き部の上と、その上の液体を押し上げるために不十分であるとき、水平カットの

バッフルを使用することによってこの発生を避ける試みはバッフル間に大きい液体ホールドアップをもたらすことができます。螺旋形のバッフルは、なめらかな螺旋形の経路上に二相流が通ることによりこのジレンマの解決策を提供します。

7) 流動励起振動

流れが励起する振動の危険を避けるのに必要であるときに、螺旋状のバッフルをより近いスペースに置くか、又は二重螺旋アレンジメントを使用できます。螺旋状のバッフル熱交換器では、流速はバッフル間隔ではなく螺旋角度により定められます。

3. 二次的増加

他のバッフル形状と比較した螺旋状バッフルの総合的な効果は、十二分に認められます。これは、「Secondary augmentation (二次的増加)」又は「free augmentation (自由増加)」と呼ぶことができるものによります。すべての他の条件が同じなら、螺旋形のバッフルを使用することで達成されたより高いシェル側の伝熱係数は、シェル径を小さくすることができ、より少ないチューブを通したより速い流速のためしばしば高い管側伝熱係数をもたらします。胴側が流体を蒸発させているケースでは、二次的増加は熱流の増加によってさらに顕著になり、そして、同様に核沸係数を上昇させることによって蒸発プロセスをさらに推進します。シェル側が凝縮しているケースでは、気相の抵抗は大敵です。不十分な設計を改良するためにより多くの伝熱表面を使用するチューブバンドルの交換の選択は逆に生産性を高めることができます。不十分な装置が螺旋形バッフルを使用したバンドルと取り替えられるとき、性能は更なる伝熱表面の追加なしで増強されます。既存の従来形チューブバンドルが螺旋形バッフル形チューブバンドルでアップグレードされるとき、二次的増加は非常に効果的に実現されます。

4. まとめ

シェル側が螺旋形バッフルのシェルエンドチューブ形熱交換器はシェル側の伝熱又は圧力損失が重要である産業への適用のユニークな解決策を提供します。凝縮と沸騰の対流伝熱係数の増強は、ほとんどの単相における螺旋の流れにより達成されます。均一で逆流混合が少ない螺旋流は、汚れの傾向を減少し、熱交換器チューブバンドルの予定された洗浄期間より長い連続運転時間を提供することができます。螺旋形のバッフルの幾何形状の特徴は、改善された熱交換器チューブバンドルの保全性を提供します。

REFERENCES

Crishnan c. Chunangad,* Bashir I. Master**, Mohamed B. Tolba***, John R. Thome****

SINGLE PHASE AND TWO PHASE ENHANCEMENT : Presented the II International Conference on "Compact Heat Exchanger and Enhancement Technology for the Process Industries ". Banff, Canada, July 1999. * , ** , *** : Lummus Heat Transfer **** : Professor, Dept. of Mech, Engg. Swiss Fed. Inst. of Tech., Lausanne