

THIẾT BỊ CÔ ĐẶC CHÂN KHÔNG

VACUUM EVAPORATOR EQUIPMENT

1. Giới thiệu và ứng dụng

Thiết bị cô đặc chân không dùng để cô đặc các dung dịch thực phẩm như: dịch nước dừa ép, dịch nước xoài ép, dịch ép chanh leo, dịch ép thanh long.. ; Dịch chiết các loại dược liệu như: dịch chiết atiso, dịch chiết xuất nấm linh chi, dịch chiết xuất đông trùng hạ thảo, dịch nước mắt, dịch ép đầu tôm, dịch ép phế phẩm chế biến cá, dịch thủy phân protein

2. Bản chất của quá trình cô đặc chân không

Thiết bị cô đặc chân không làm tăng nồng độ chất tan trong dung dịch, hoặc trong hệ nhũ tương, hệ huyền phù, làm dung dịch đậm đặc hơn, sánh hơn. Quá trình làm tăng nồng độ này là nhờ vào quá trình đun sôi bay hơi tách nước (dung môi) trong điều kiện chân không để lại các chất không bay hơi trong dung dịch (hỗn hợp)

Quá trình bay hơi nước này thông qua quá trình sôi của dung dịch. Nhiệt độ sôi của dung dịch phụ thuộc vào nhiệt độ. Thông thường nếu đun nước thì nhiệt độ sôi của nước nếu cô đặc ở áp suất khí quyển là 100 độ C, tuy nhiên khi cô ở áp suất chân không thì nhiệt độ này nhỏ hơn 100 độ C, làm sản phẩm cô đặc ít bị biến tính, biến màu, biến mùi

3. Sự biến tính sản phẩm khi cô đặc thường và cô đặc chân không

Một số các sản phẩm, hoạt chất thực phẩm, dược liệu bị biến tính ở nhiệt độ cao. Quá trình biến tính này thường thì: Biến tính về màu sắc, mùi vị, thành phần hoạt chất, độ nhớt làm giảm chất lượng sản phẩm thành phẩm và mất giá trị của sản phẩm. Ví dụ nếu cô đặc nước dừa ở máy cô đặc thường thì màu sắc dịch mật dừa rất đen chỉ sử dụng làm chế phẩm caramel. Tuy nhiên khi cô đặc chân không thì màu sắc ít biến đổi thuận lợi cho bảo quản, cảm quan và giá trị sử dụng.

4. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của thiết bị cô đặc chân không

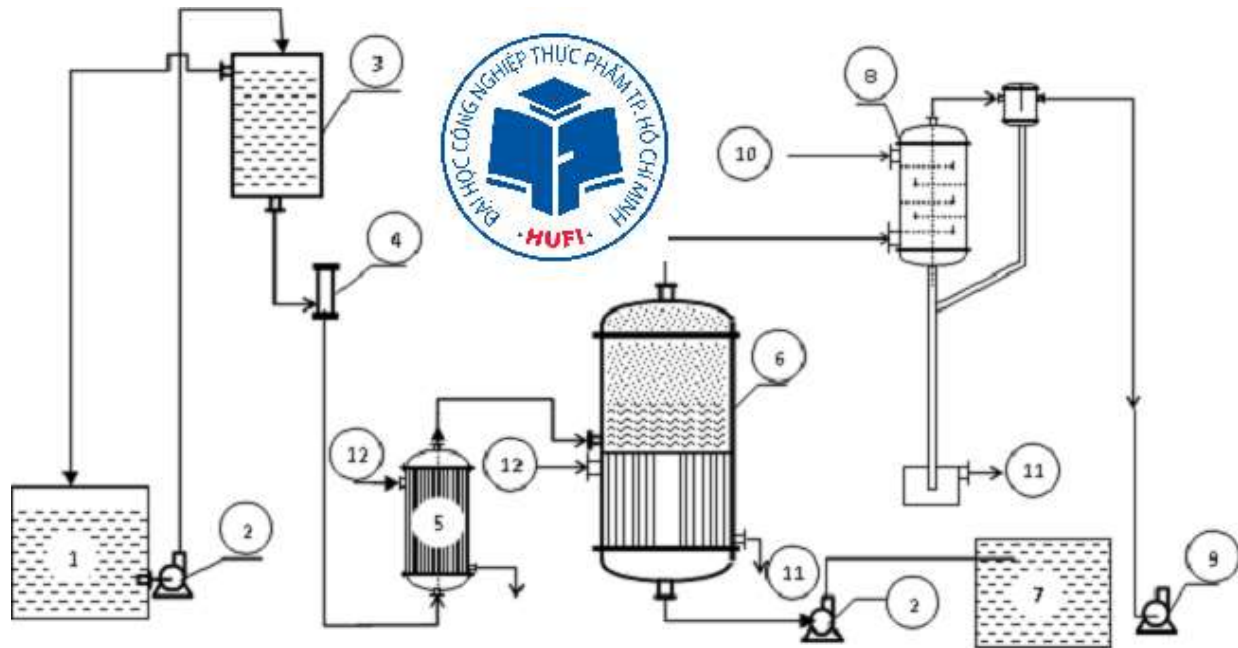
a. cấu tạo

1. bể chứa dung dịch
2. bơm
3. bồn cao vị
4. lưu lượng kế
5. thiết bị trao đổi nhiệt
6. nồi cô đặc
7. bồn chứa dd cô đặc

8. thiết bị ngưng tụ baromet
9. bơm chân không
10. nước làm mát
11. nước ngưng
12. hơi đốt

b. Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch loãng từ bể (1) được bơm (2) bơm lên thùng cao vị (3) để ổn áp. Từ thùng cao vị số (3), dung dịch định lượng bằng lưu lượng kế (4) đưa vào thiết bị đun nóng (5) để đun nóng dung dịch tới nhiệt độ sôi trong nồi cô đặc rồi được đưa vào nồi cô đặc (6). Trong nồi cô đặc, dung dịch được đun sôi, bốc hơi cô đặc trong chân không. Hơi thứ đưa qua bộ ngưng tụ baromet số (8) để tạo chân không cho nồi cô đặc. Sản phẩm đặc được bơm đưa đến bồn (7).



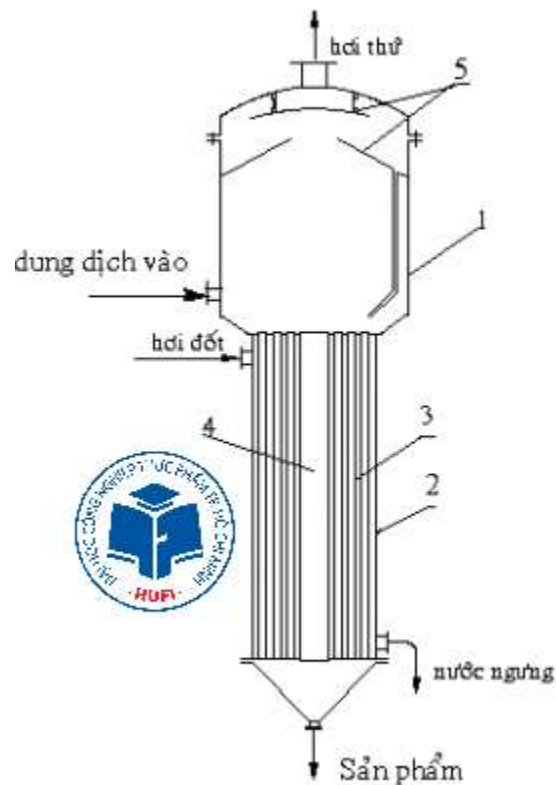
4. Phân loại thiết bị cô đặc chân không

4.1. Thiết bị cô đặc có ống tuần hoàn trung tâm

a. Cấu tạo:

1. Buồng bốc; 2. Buồng đốt; 3. Ống truyền nhiệt ; 4. Ống tuần hoàn trung tâm; 5. Bộ phận tách giọt

Thiết bị cô đặc có ống tuần hoàn trung tâm gồm phần trên là buồng bốc 1 phần dưới của thiết bị là buồng đốt 2 có cấu tạo tương tự như thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm, trong buồng đốt gồm có các ống truyền nhiệt 3 và ống tuần hoàn trung tâm 4 có đường kính lớn hơn từ 7 đến 10 lần ống truyền nhiệt, trong buồng bốc có bộ phận tách giọt 5 có tác dụng tách giọt chất lỏng do hơi thứ cuốn theo.



b. Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch được đưa vào đáy buồng bốc rồi chảy trong các ống truyền nhiệt và ống trung tâm, còn hơi đốt được đưa vào buồng đốt đi ở khoảng giữa các ống và vỏ, do đó dung dịch được đun sôi tạo thành hỗn hợp lỏng hơi trong ống truyền nhiệt và làm khối lượng riêng của dung dịch sẽ giảm đi và chuyển động từ dưới lên miệng ống, còn trong ống tuần hoàn thể tích dung dịch theo một đơn vị bề mặt truyền nhiệt lớn hơn so với ống truyền nhiệt do đó nhiệt độ dung dịch nhỏ hơn so với dung dịch trong ống truyền nhiệt và lượng hơi tạo ra ít hơn vì vậy khối lượng riêng của hỗn hợp lỏng hơi ở đây lớn hơn trong ống truyền nhiệt do đó chất lỏng sẽ di chuyển từ trên xuống dưới rồi đi vào ống truyền nhiệt lên trên và trở lại ống tuần hoàn tạo lên dòng tuần hoàn tự nhiên.

Tại bề mặt thoáng của dung dịch ở buồng bốc hơi thứ tách ra khỏi dung dịch bay lên qua bộ phận tách giọt sang thiết bị ngưng tụ baromet. Bộ phận tách giọt có tác dụng giữ lại những giọt chất lỏng do hơi thứ cuốn theo và chảy trở về đáy buồng bốc, còn dung dịch

có nồng độ tăng dần tới nồng độ yêu cầu được lấy ra một phần ở đáy thiết bị làm sản phẩm, đồng thời liên tục bổ sung thêm một lượng dung dịch mới vào thiết bị (trong trường hợp thiết bị làm việc liên tục). Còn với quá trình làm việc gián đoạn thì dung dịch được đưa vào thiết bị gián đoạn, và sản phẩm cũng được lấy ra gián đoạn. Tốc độ tuần hoàn càng lớn thì hệ số cấp nhiệt phía dung dịch càng tăng và quá trình đông cặn trên bề mặt cũng giảm. Tốc độ tuần hoàn loại này thường không quá 1,5 m/s.

c.Ưu điểm: Tốc độ bay hơi tương đối cao

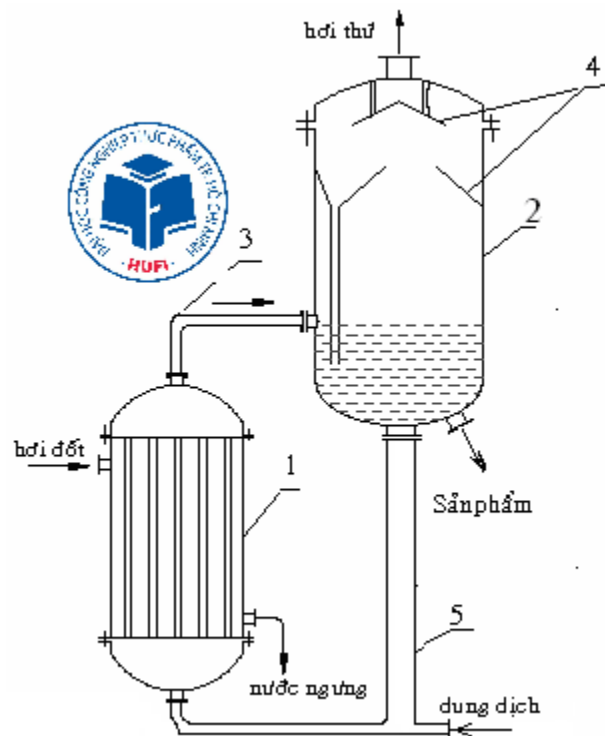
d.Nhược điểm: khó vệ sinh thiết bị

4.2.Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài kiểu đứng

a.Cấu tạo:

1. Buồng đốt 2. Buồng bốc 3. Ống dẫn 4. Bộ phận tách bọt 5. Ống tuần hoàn ngoài

Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài kiểu đứng gồm buồng đốt 1 và buồng bốc 2. Buồng đốt là thiết bị trao đổi nhiệt ống chùm, nhưng các ống truyền nhiệt có thể dài tới 7 mét, còn trong buồng bốc có bộ phận tách giọt 4 và nối giữa hai buồng đốt và buồng bốc có ống dẫn 3 và ống tuần hoàn 5.



b.Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch được đưa vào buồng đốt 1 liên tục và đi trong các ống truyền nhiệt, còn hơi đốt được đi vào trong buồng đốt và đi ở khoảng giữa ống truyền nhiệt với vỏ thiết bị để đun sôi dung dịch. Dung dịch tạo thành hỗn hợp hơi lỏng đi qua ống 3 vào buồng bốc hơi 2, ở đây hơi thứ tách ra đi lên phía trên, còn dung dịch đi theo ống tuần hoàn 5 trộn lẫn với dung dịch mới đi vào buồng đốt. Khi nồng độ dung dịch đạt yêu cầu được trích một phần ra ở đáy buồng bốc làm sản phẩm, đồng thời liên tục bổ sung dung dịch mới vào thiết bị.

c.Uu điểm:

Năng suất cao, tốc độ bốc hơi lớn

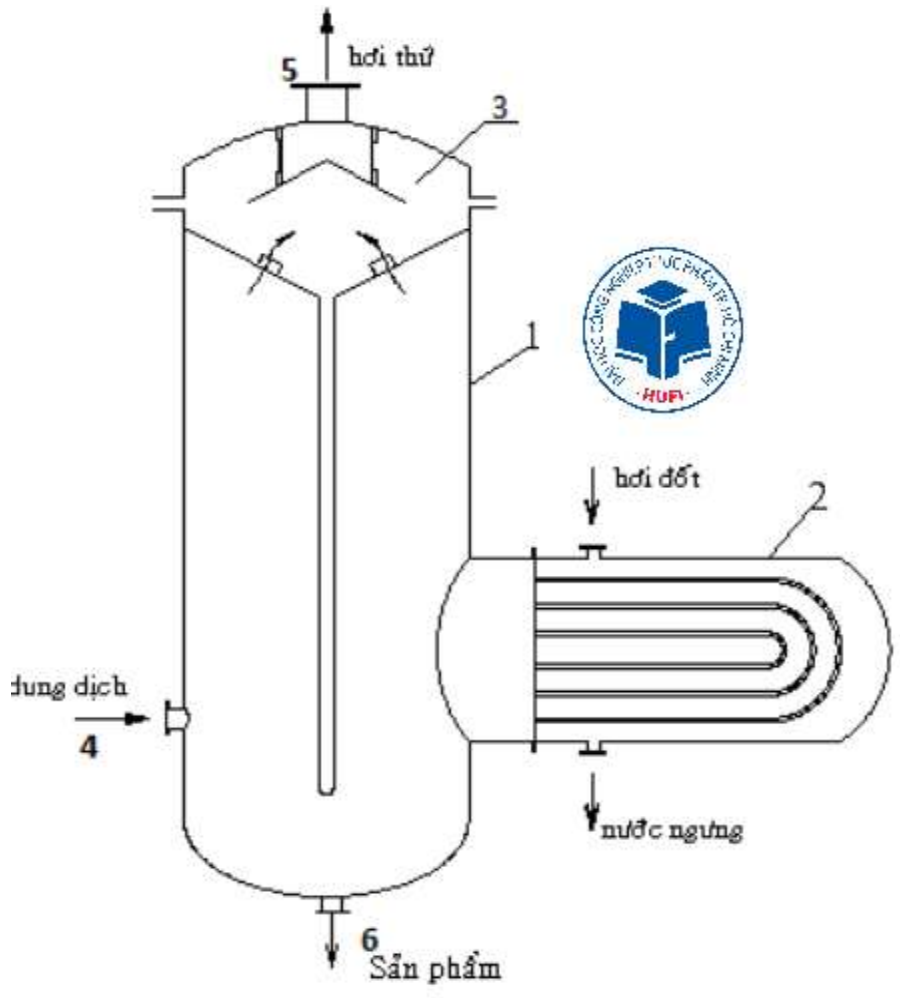
d.Nhược điểm:

Hệ thống thiết bị phức tạp, khó vận hành

4.3.Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài nằm ngang**a.Cấu tạo:**

1. Buồng đốt 2. Buồng bốc 3. Bộ phận tách giọt
4. Ống nhập liệu 5. Ống ra hơi thứ 6. Ống tháo sản phẩm

Thiết bị cô đặc có buồng đốt ngoài nằm ngang gồm buồng đốt 1 là thiết bị truyền nhiệt ống chữ U và buồng bốc 2, trong buồng bốc có bộ phận tách giọt.



b.Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch được đưa vào thiết bị và đi vào ống truyền nhiệt chữ u từ trái sang phải ở nhánh dưới lên nhánh trên rồi lại chảy về buồng bốc ở trạng thái sôi, dung môi tách ra khỏi dung dịch bay lên qua bộ phận tách giọt và ra ngoài, còn nồng độ dung dịch tăng dần tới nồng độ yêu cầu.sau đó tháophần dung dịch ra làm sản phẩm và tiếp tục cho dung dịch mới vào thực hiện một mẻ mới.

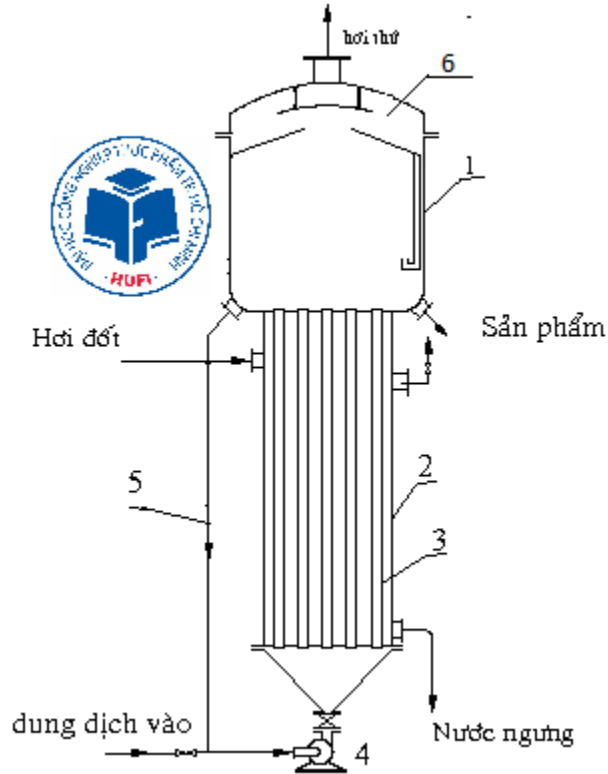
c.Uu điểm: Buồng bốc có thể tách ra khỏi buồng đốt dễ dàng để làm sạch và sửa chữa.

d.Nhược điểm: Cồng kềnh, cấu tạo phức tạp làm việc gián đoạn, năng suất thấp.

4.4.Thiết bị cô đặc tuần hoàn cưỡng bức

a.Cấu tạo:

Thiết bị cô đặc tuần hoàn cưỡng bức gồm buồng bốc 1 và trong buồng bốc có bộ phận tách giọt, phía dưới buồng đốt 2, trong buồng đốt có các ống truyền nhiệt 3, bên ngoài thiết bị có ống tuần hoàn ngoài 5, và bơm tuần hoàn 4.



1. Buồng bốc 2. Buồng đốt 3. Ống truyền nhiệt
4. Bơm 5. Ống tuần hoàn ngoài 6. Bộ phận tách giọt

b. Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch được bơm đưa vào buồng đốt liên tục và đi trong các ống trao đổi nhiệt từ dưới lên buồng bốc, còn hơi đốt được đưa vào buồng đốt ở khoảng giữa các ống truyền nhiệt với vỏ thiết bị. Dung dịch được đun sôi trong ống truyền nhiệt với cường độ sôi cao và lên buồng bốc.

Tại bề mặt thoáng dung dịch ở buồng bốc, dung môi tách ra bay lên và đi qua bộ phận tách giọt rồi sang thiết bị ngưng tụ baromet, còn dung dịch trở lên đậm đặc hơn trở về ống tuần hoàn ngoài trộn lẫn với dung dịch đầu tiếp tục được bơm đưa vào buồng đốt. Khi dung dịch đạt nồng độ yêu cầu thì ta luôn luôn lấy một phần dung dịch ra ở đáy buồng bốc ra làm sản phẩm.

Tốc độ dung dịch trong ống truyền nhiệt khoảng từ $1,5 \div 3,5 \text{ m/s}$ do đó hệ số cấp nhiệt lớn hơn tuần hoàn tự nhiên từ 3 đến 4 lần và có thể làm việc trong điều kiện nhiệt độ hữu ích nhỏ từ 3 đến 5 độ vì cường độ tuần hoàn chỉ phụ thuộc vào năng suất của bơm.

c. Ưu điểm:

Tốc độ cô đặc lớn

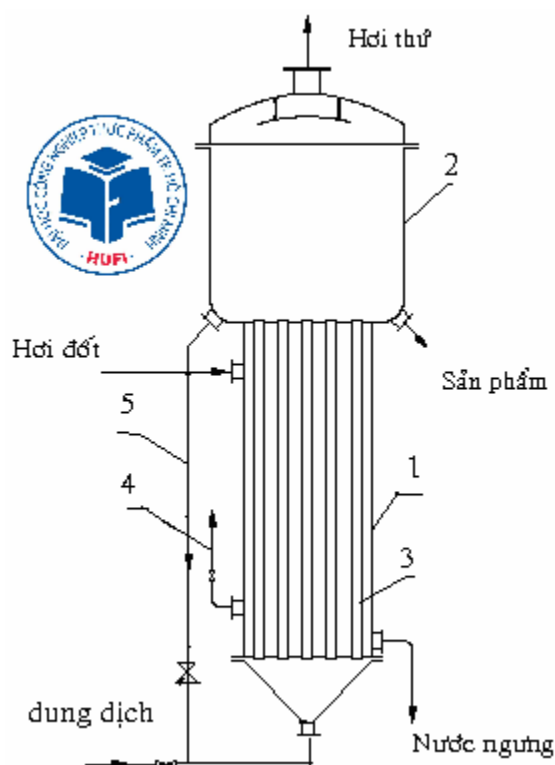
d.Nhược điểm:

Chỉ thích hợp chế độ làm việc gián đoạn và bán liên tục

4.5.Thiết bị cô đặc loại màng

a.Cấu tạo:

1. Buồng đốt; 2. Buồng bốc; 3. Ống truyền nhiệt; 4. Van xả khí; 5. Ống tuần hoàn ngoài



Thiết bị cô đặc loại màng có cấu tạo tương tự thiết bị cô đặc cường bức, nhưng với các ống trao đổi nhiệt cao từ 6 đến 9 mét.

b.Nguyên lý hoạt động:

Dung dịch được đưa từ đáy buồng đốt vào trong các ống trao đổi nhiệt với mức chất lỏng chiếm khoảng từ 1/4 đến 1/5 chiều cao của ống truyền nhiệt. Hơi đốt đi vào buồng đốt ở khoảng giữa các ống truyền nhiệt với vỏ thiết bị, dung dịch được đun sôi với cường độ lớn và hơi thứ tách ra ngay trên bề mặt thoáng của dung dịch ở trong ống truyền nhiệt và

hơi chiếm hầu hết tiết diện của ống và chuyển động từ dưới lên với vận tốc rất lớn khoảng 20 m/s kéo theo màng chất lỏng ở bề mặt ống cùng đi lên, và màng chất lỏng đi từ dưới lên tiếp tục bay hơi làm nồng độ dung dịch tăng lên dần đến miệng ống là đạt nồng độ cần thiết, hơi thứ đi lên đỉnh tháp qua bộ phận tách giọt sang thiết bị ngưng tụ baromet, còn dung dịch chảy xuống ống tuần hoàn ngoài và một phần được lấy ra làm sản phẩm, một phần về trộn lẫn với dung dịch đầu tiếp tục đi vào buồng đốt, hoặc có thể tháo hoàn toàn dung dịch đậm đặc làm sản phẩm khi chênh lệch giữa nồng độ đầu và cuối yêu cầu không lớn. Thiết bị này có hệ số truyền nhiệt lớn khi mức chất lỏng thích hợp, nếu mức chất lỏng quá cao thì hệ số truyền nhiệt giảm vì tốc độ chất lỏng giảm, ngược lại nếu mức chất lỏng quá thấp thì phía trên sẽ bị khô, khi đó quá trình cấp nhiệt ở phía trong ống nghĩa là quá trình cấp nhiệt từ thành ống tới hơi chứ không phải lỏng. Do đó, hiệu quả truyền nhiệt giảm đi nhanh chóng.

c. Ưu điểm:

Tốc độ cô đặc lớn

d.Nhược điểm:

Chế độ làm việc thiết bị phức tạp, yêu cầu người vận hành phải có chuyên môn và kinh nghiệm