

Раздел 8. Выпаривание, дистилляция

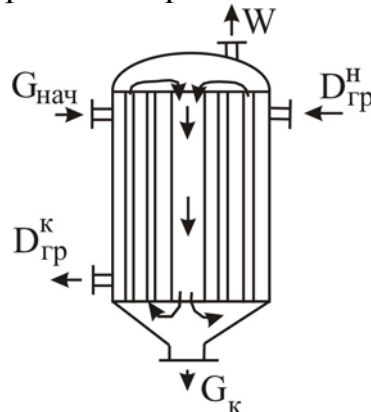
Лекция №9

Процесс выпаривания растворов

Выпаривание – процесс концентрирования растворов за счет удаления части растворителя, при полном удалении растворителя произойдет процесс кристаллизации, поэтому растворитель удаляется частично, чтобы раствор не потерял текучесть. При выпаривании раствор находится при температуре кипения. Обычно раствор нагревается греющим паром через разделяющую стенку. Греющий пар называется первичным паром, а пар, который образуется в процессе выпаривания раствора – вторичным. Полезной разностью температур является разность между температурой греющего пара и кипящего раствора

$$t_n = t_{zp.n} - t_{кин}.$$

Рассмотрим выпарной аппарат с центральной тепловой трубой



Материальный баланс по упаренному компоненту: $G_n x_n = G_k x_k$,

материальный баланс по всему потоку: $G_n = G_k + W$.

Тепловой баланс: $G_n H_n + D_{zp} H_{zp}^n = G_k H_k + W H_w + D_{zp} H_k^{zp} + Q_{пот}$

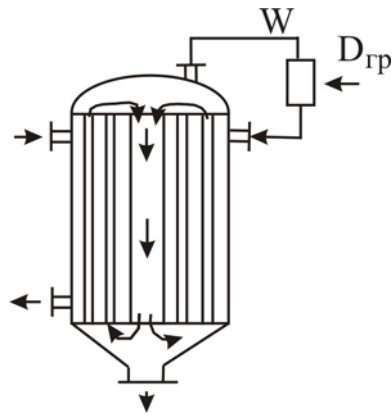
$F = \frac{Q}{K \Delta t_n}$ - поверхность теплообменника выпарного аппарата.

При выпаривании раствора существуют температурные депрессии:

- а) концентрационная, т.е. это разность между температурой кипения чистого растворителя и выпариваемого раствора,
- б) гидростатическая, из-за повышения давления, вызванного из столба жидкости,
- в) гидродинамическая, за счет трения потоков.

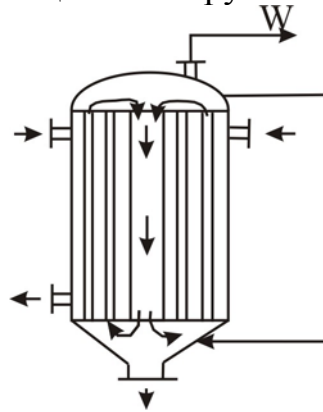
Конструкции выпарных аппаратов

- 1) аппарат с тепловым насосом (инжектор)



В таком аппарате энергия вторичного пара используется вторично в качестве греющего (первичного) пара. Вторичный пар проходит через тепловой насос, где первичный пар D используется только для компенсации тепловых потерь, поэтому расход пара D значительно ниже, чем для других аппаратов.

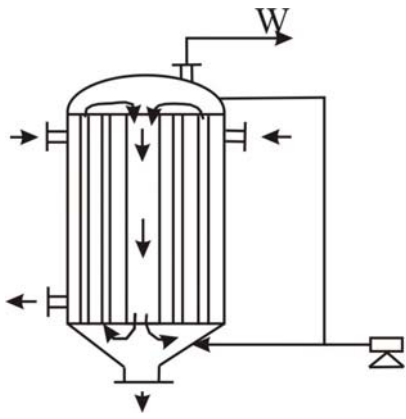
2) аппарат с выносной циркуляционной трубой



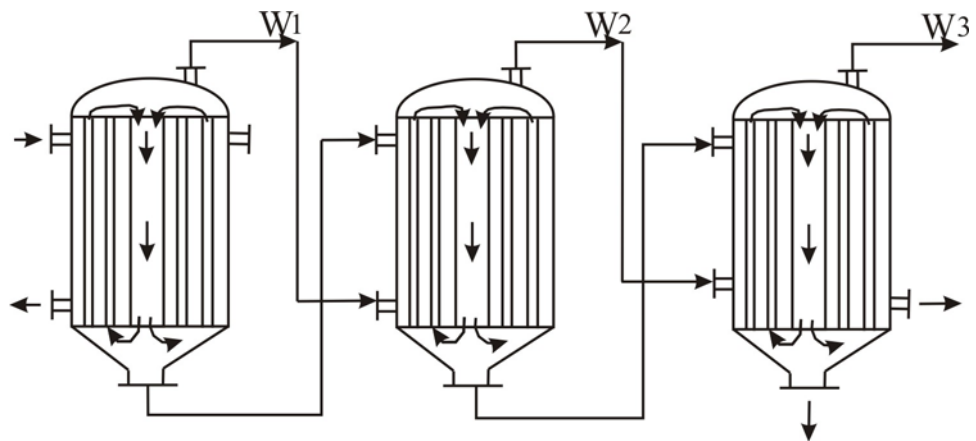
В таком аппарате за счет большей разности плотностей раствора в зоне нагрева и в циркуляционной трубе скорость циркуляции выше и коэффициент теплоотдачи больше.

Рассмотренные аппараты относятся к аппаратам с естественной циркуляцией раствора (за счет $\Delta\rho$).

Для повышения эффективности выпаривания растворов используют аппараты с вынужденной циркуляцией. Для этого в циркуляционную трубу устанавливается насос. Скорость раствора повышается в несколько раз и поэтому при одинаковой производительности, такие аппараты имеют меньшие габариты.

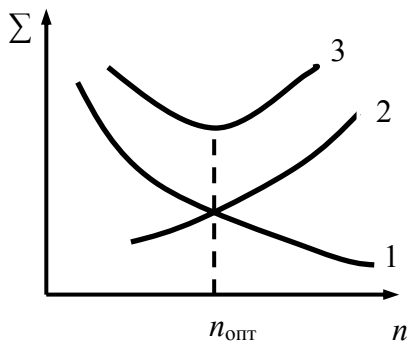


Многокорпусное выпаривание



Особенностью работы такой установки является использование тепла вторичного пара в следующем корпусе, т.е. вторичный пар первого корпуса используется в качестве первичного во втором и т.д.

Выбор числа корпусов выполняется на основе техникоэкономического анализа, для этого вычисляется стоимость корпусов и эксплуатационные затраты



1 – эксплуатационные затраты

2 – капитальные затраты

3 – сумма этих кривых