



Проблеми визначення рівня в випарних апаратах

Штангеев К.О. - доц., к.т.н., Інститут післядипломної освіти НУХТ

Однією із головних умов для ефективної роботи випарних апаратів з природною циркуляцією є підтримання оптимального рівня соку. Значення оптимальної величини рівня представляється в процентах від висоти теплообмінної труби. Оптимальний рівень забезпечує для теплообмінної труби в цілому максимальну величину коефіцієнта теплопередачі (рис.1).

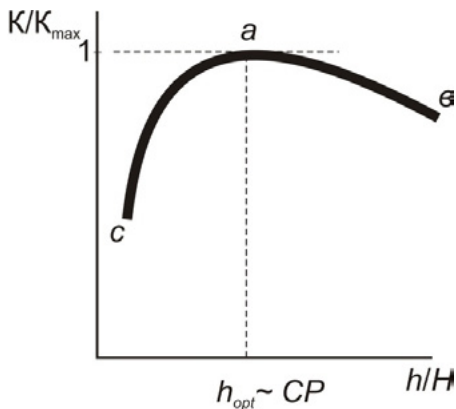


Рис.1.

При збільшенні рівня проти оптимального, зростає величина економайзерної зони в нижній частині теплообмінних труб. Оскільки в межах економайзерної зони коефіцієнт теплопередачі на порядок менший, ніж в зоні бульбашкового кипіння, загальний коефіцієнт теплопередачі теплообмінної труби зменшується (лінія $a-b$).

Якщо зменшується рівень соку у випарному апараті проти оптимального, зменшується і величина економайзерної зони, але досить швидко гідростатичного напору для роботи циркуляційного контуру буде недостатньо, щоб підняти киплячий розчин на верхню трубну решітку. Почнеться оголення верхньої частини теплообмінних труб і загальний коефіцієнт теплопередачі починає зменшуватися (лінія $a-c$).

Величина оптимального рівня залежить, перш за все, від теплофізичних властивостей розчину та інтенсивності навантаження теплообмінної поверхні. Величина його визначається на практично при умові, що верхня трубна решітка повністю покрита шаром розчину товщиною 10-20 см. Для орієнтовного попереднього визначення величини оптимального рівня приймається, що його значення в процентах від висоти теплообмінної труби відповідає значенню концентрації сухих речовин в розчині (з можливим завищенням на 5...10 процентних пунктів).

Використання такого правила є більш доцільним ніж різного роду нормативи, оскільки в нинішніх умовах застосовуються різні варіанти проходження соку по корпусах випарної установки.



Як свідчить досвід,, мається ряд проблем із вимірюванням рівня соку у випарних апаратах.

По-перше, при автоматизації випарних установок, як правило, застосовуються стрижневі датчики рівня емкісного типу. Найбільш поширеними є датчики з довжиною 1,0...3 м. Висота теплообмінних труб випарних апаратів, зазвичай, більша довжини (діапазону виміру) датчика, тому датчик встановлюється в так звану «буйкову камеру» таким чином, щоб його середина співпадала з визначеною висотою оптимального рівня (рис. 2).

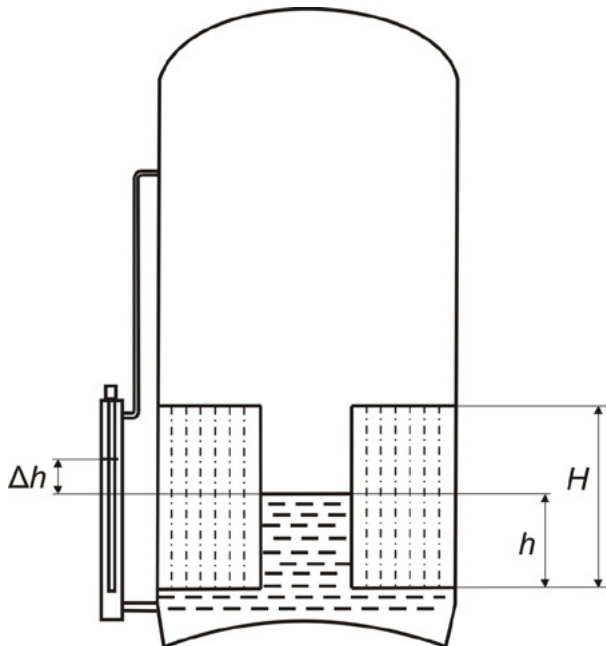


Рис. 2.

Тому, в ідеалі, показники рівня на АСУ випарної установки для всіх корпусів має становити 50% – це зовсім не величина відносного рівня у випарному апараті і плутати їх не слід.

Друга проблема виміру рівнів в випарних апаратах полягає в тому, що рівень розчину в буйковій камері може не співпадати з фактичним рівнем соку у випарному апараті – тобто з рівнем в центральній циркуляційній трубі.

Справа в тім, що в випарному апараті знаходиться цукровий розчин певної концентрації, а в буйковій камері сильно розчинений розчин, практично вода. Відбувається це через те, що водяна пара із над сокового простору заходить в верхню відтяжку буйкової камери, конденсується і конденсат стікає в буйкову камеру розбавляючи розчин, що в ній знаходиться. Оскільки густина води менша, аніж густина цукрового розчину, згідно законам гідростатики рівень в буйковій камері буде вищим за рівень соку у випарному апараті:



$$h_{\text{бк}} \cdot \rho_{\text{бк}} = h \cdot \rho_{\text{с}}$$

де: $h_{\text{бк}}$ – рівень в буйковій камері, м;

$h_{\text{бк}}$ – густина рідини в буйковій камері, кг/м³;

h – рівень у випарному апараті, м;

$\rho_{\text{с}}$ – густина розчину у випарному апараті, кг/м³.

Оскільки $\rho_{\text{бк}} < \rho_{\text{с}}$ то $h_{\text{бк}} > h$.

Величина перевищення рівня в буйковій камері величин Δh залежить від співвідношення $\rho_{\text{с}}$ та $\rho_{\text{бк}}$ та висоти рівня соку в апараті.

$$\Delta h = h \cdot \frac{\rho_{\text{с}} - \rho_{\text{бк}}}{\rho_{\text{бк}}}$$

Для останніх корпусів випарної установки величина Δh може досягати 0,5÷0,6 м (див. рис. 3). Гранично мінімальною величиною $\rho_{\text{бк}}$ є густина води при температурі 40÷50°C. Взагалі кажучи в виробничих умовах цілком можливо забезпечити приблизно рівність густин розчину в буйковій камері та випарному апараті. Для цього потрібно подувати буйкові камери, видаляючи із них розбавлений цукровий розчин. Якщо цього не робити, то потрібно виставляти датчик рівня з урахуванням Δh за умови, що $\rho_{\text{бк}} \approx \rho_{\text{в}}$ (при температурі 40°C).

Для визначення густини води та цукрових розчинів можливо використовувати емпіричні залежності:

густина води

$$\rho = 1000 - 246 \cdot \left[\left(1 - \frac{T}{277,15} \right)^2 \right]^{0,84} \quad (1)$$

T – абсолютна температура, $T = t + 273,15$.

густина цукрового розчину

$$\rho = \frac{\rho_{\text{с}}}{1 - 0,0038513 \cdot CP} \quad (2)$$

По цим залежностям розраховано графіки на рис. 3.

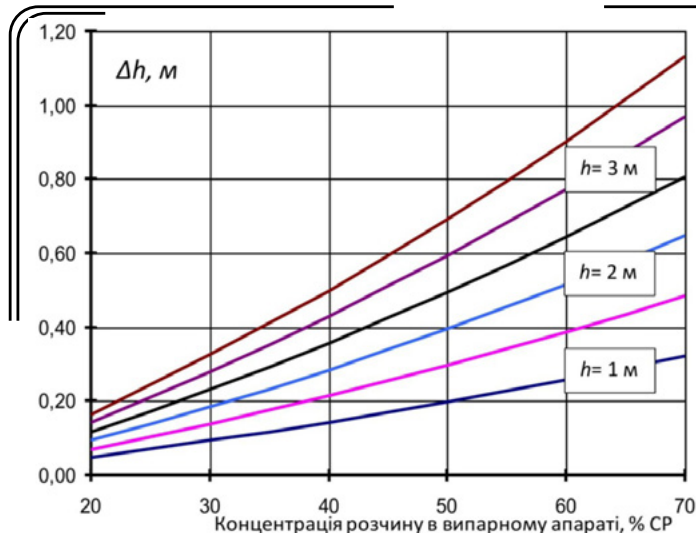
Інший варіант вимірювання рівнів в випарному апараті, який рідше застосовується, є застосування диференційних манометрів. В цьому разі не потрібні буйкові камери не виникає проблема із різницею густин. Але висота рівня в цьому разі має визначатися за формулою:

$$h = \frac{\Delta P}{g \cdot \rho_{\text{с}}}$$

де: ΔP – перепад тисків, Па;

$g = 9,81$ – прискорення вільного падіння, м/с².

Проблема в тому, що густина соку залежить від концентрації розчину. Розрахунок по прийнятим базовим величинам концентрації розчину може призводити до значних похибок.



Крім того, потрібно регулювати рівень з коливанням висот, які близькі до величини стандартної похибки дифманометра.

Все це обмежує застосування дифманометрів для вимірювання рівнів в випарних апаратах.

Рис.3.



Науково-практичний центр цукробурякового виробництва

вітає з 50-ти річним ювілеєм

Погорілого Анатолія Петровича

головного інженера

ПрАТ «Продовольча компанія «Поділля»

(Крижопільський цукровий завод)



Шановний ювіляре прийміть наші щирі вітання з нагоди ювілею!

Бажаємо Вам міцного здоров'я, щастя, благополуччя, подальших успіхів у будь-яких починаннях, щоденних справах, сміливих планах та сподіваннях. Хай вас підтримують та надихають рідні, розуміють та допомагають колеги, а доля збагачує вас життєвою мудрістю, енергією, натхненням та радістю сьогодення.