مثال:

مخلوطی از متانول و آب که شامل ۵۰٪ وزنی متانول در ۲۶.۷ درجه سلسیوس را می خواهند در فشار ۱ اتمسفر توسط تقطیر مداوم تفکیک نمایند. شدت جریان خوراک ۵۰۰۰ کیلوگرم بر ساعت بوده و محصول مقطر باید دارای ۹۵٪ وزنی متانول و محصول باقیمانده دارای ۱٪ وزنی متانول خوراک توسط یک مبدل حرارتی با محصول باقیمانده قبل از ورود به سیستم گرم شود و محصو ل باقیمانده در ۳۷.۸ درجه سلسیوس از مبدل خارج می شود.

محصول مقطر به طور کامل مایع می شود و جریان برگشتی از نقطه حباب خود وارد برج می گردد. محصول مقطر گرفته شده قبل از ذخیره سرد می شود. نسبت جریان برگشتی ۱.۵ برابر مقدار حداقل می باشد.

مطلوبست :

الف) مقادیر محصول

ب) آنتالپی خوراک محصول

ج) حداقل نسبت جریان برگشتی

د) حداقل تعداد سینی های مورد نیاز

پ)بار حرارتی مبدل و جوش آور

و) تعداد سینی های تئوری لازم

ه) مقادیر بخار و مایع داخل برج

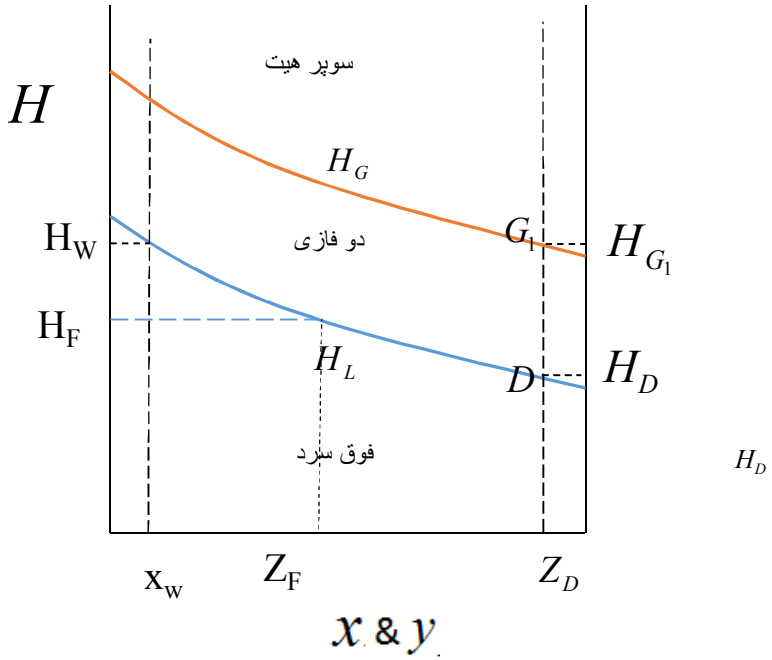
$$M_{H2O} = 18.02, M_{CH3OH} = 32.04$$

$$C_{p\,H2O} = 2323 \frac{j}{kg.K}, C_{p\,CH3OH} = 3852 \frac{j}{kg.K}$$

$$\lambda_{CH3OH} = 1046.7 \frac{kj}{kg}, \lambda_{H2O} = 2314 \frac{kj}{kg}$$

$$\Delta H_{S(CH3OH)} = 3055 \frac{kj}{kg}$$

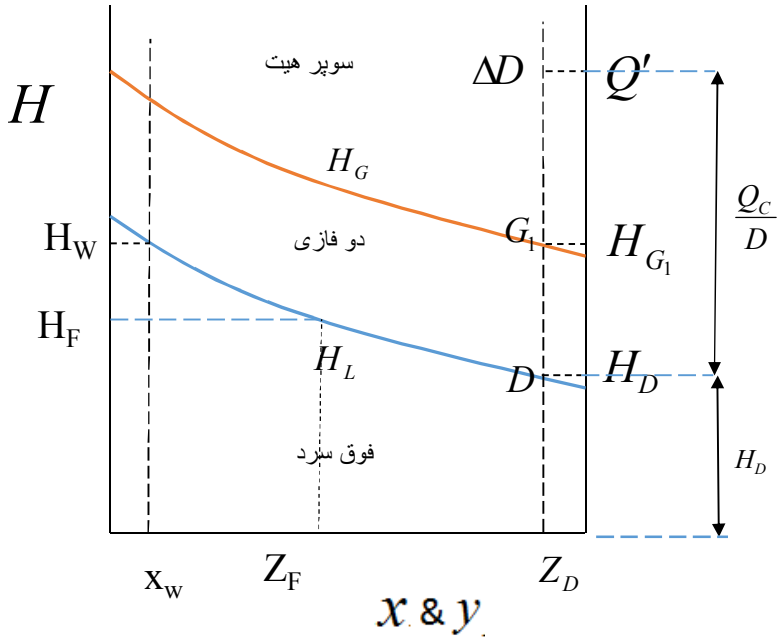
رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع



$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع

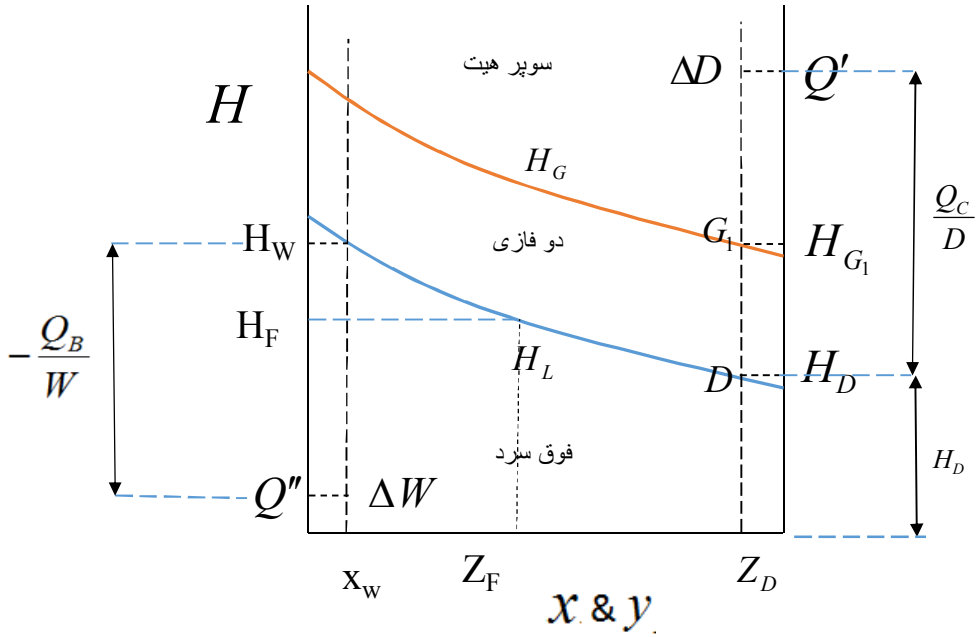


$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع

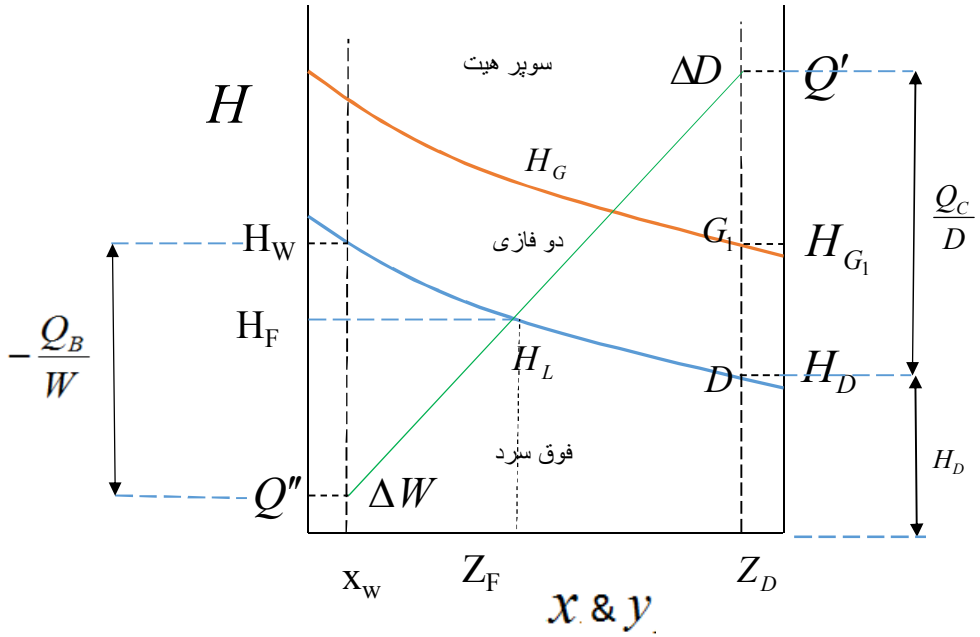


$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع

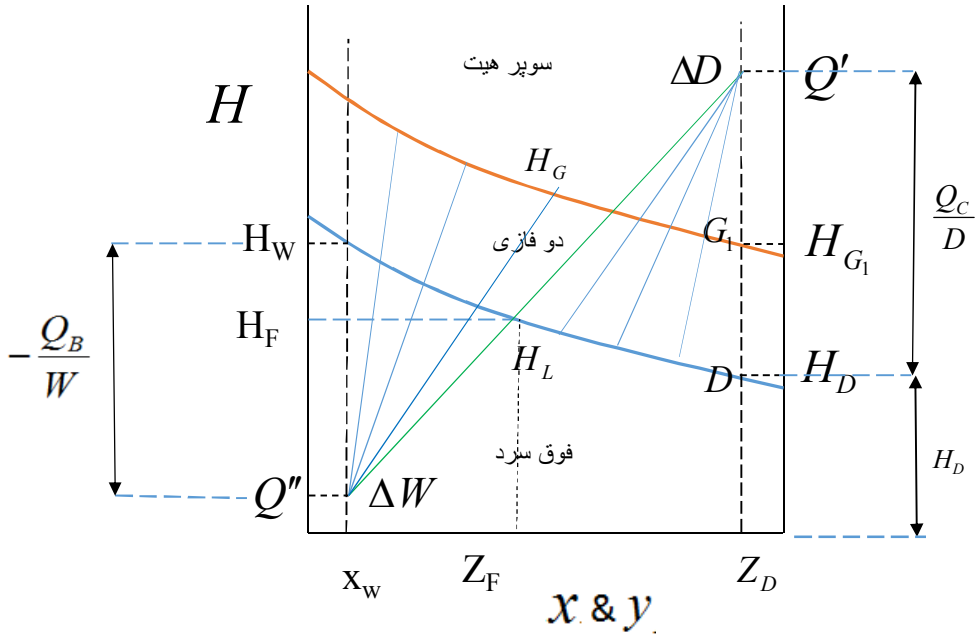


$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع

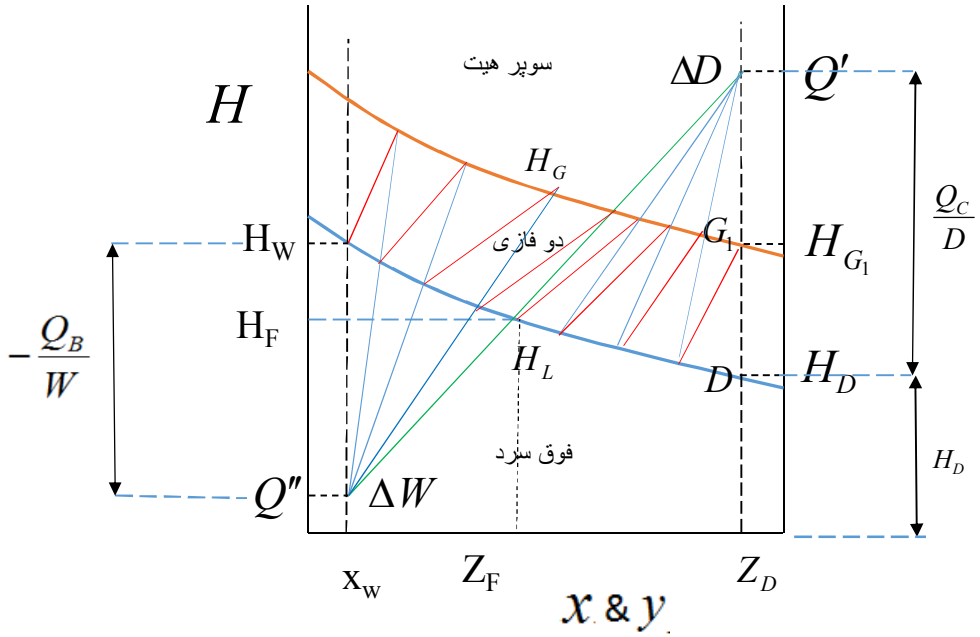


$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع



$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

x	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
y	0	0.2	0.41	0.57	0.66	0.73	0.76	0.83	0.87	1.0

آنتالپي مايع $H_L = C_L(t_1 - t_0)M_{ave} + \Delta H_S$

آنتالپي گاز $H_G = \mathbf{y}\left[C_{LA}M_{WA}(t_G - t_0) + \lambda_A M_{WA}\right] + (1-\mathbf{y}).[C_{LB}M_{WB}(t_G - t_{0)+\lambda_B}M_{WB}]$

$$F = \frac{5000\times.5}{18.02} + \frac{5000\times.5}{32.04} = 216.8\,\frac{kgmol}{hr}$$

$$Z_{FA} = \frac{78}{216.8} = .36$$ جزء مولي متانول

$$Z_{FB} = \frac{138.8}{216.8} = .64$$ جزء مولي آب در خوراك

$$x_D = .95 \Rightarrow x_D = \frac{\frac{95}{32.04}}{\frac{95}{32.04} + \frac{5}{18.02}} = .915$$

$$M_{ave} = \frac{100}{3.217} = 31.1 \frac{kg}{kgmol}$$

جرم مولکولی متوسط محصول مقطره

$$x_w = \frac{\frac{1}{32.04}}{\frac{1}{32.04} + \frac{99}{18.02}} = .00565$$

جزء مولی متانول در محصول پایین برج

$$\frac{100}{5.53} = 18.06 \frac{kg}{kgmol}$$

جرم مولکولی متوسط محصول پایینی

موازنه كلي براي برج

$$F = D + W$$

موازنه جزئي روي متانول

$$F.Z_F = D.x_D + W.x_w$$

$$\begin{cases} 216.8 = D + W \\ 216.8(.36) = D(.915) + W(.00565) \end{cases}$$

مولي

$$\begin{cases} D = 84.4 \dfrac{kgmol}{hr} \\ W = 132.4 \dfrac{kgmol}{hr} \end{cases}$$

,

$$\begin{cases} D = 2620 \dfrac{kg}{hr} \\ W = 2380 \dfrac{kg}{hr} \end{cases}$$

جرمي

به عنوان مثال براي 30%

$$M_{ave} = .3 \times 32.04 + (1 - .3)18.02 = 22.226$$

براي متانول

$$\Delta H_S = 3055 \rightarrow \Delta H_S = .3(-3055) = -916 \frac{kj}{kgmol}$$

$$H_L = C_L(t_l - t_0)M_{ave} + \Delta H_S = 3.862(76.3) \times 22.2 - 916.5 = 4095 \frac{kj}{kgmol}$$

براي نمونه 66.5 مولي

$$H_G = .665[2.563(32.04)(78.3 - 19.69) + 1046.7(32.04)]$$

$$+(1 - .665)[2.323(78.3 - 19.69) + 2314(18.02)] = 40318 \frac{kj}{kgmol}$$

با استفاده از معادله آنتوان و ثوابت آن مي توانيم دماي جوش هر كدام را بدست آوريم

$$\ln p = A - \frac{B}{T + C} \Rightarrow T = 210^\circ f$$

خوراك $cp = \sum x_i cp_i = 3582 \frac{j}{kg}$

$$Hf = 3.852(58.3 - 19.69)(23.1) - 902.5 = 2533 \frac{kj}{kgmol}$$

$H_D = H_{L0} = 3640$ با توجه به نمودار }

$$H_W = 6000 \frac{kj}{kgmol}$$

$$R = \frac{l_0}{D} = \frac{Q' - H_{G1}}{H_{G_1} - H_{L_0}} = \frac{62570 - 38610}{38610 - 3640} = 0.685$$

$$Q' = \frac{Q_C}{D} + H_D$$

$$R_{opt} = 1.5R_{\min} = 1.5 \times 0.685 = 1.029$$

$$1.029 = \frac{Q' - 38610}{38610 - 3640} \Rightarrow Q' = 74595$$

$$74595 = 3640 + \frac{Q_C}{84.4} \Rightarrow Q_C = 5990000 \frac{kj}{hr} = 1664kw$$

$$F.H_F = DQ' + WQ''$$

$$216.8(2533) = 84.4(74595) + 132.4 \times Q''$$

$$\Rightarrow Q'' = -43403$$

$$Q'' = H_W - \frac{Q_B}{W} \Rightarrow 43403 = 6000 - \frac{Q_B}{132.4}$$

$$\Rightarrow Q_B = 6541000 \frac{kj}{hr} = 1817 kw$$

$$G_1 = D(R+1) \Rightarrow G_1 = 84.4(1.029+1) = 171.3$$

$$\frac{L_n}{D} = \frac{Q' - H_{G,n+1}}{H_{G.n+1} - H_{Ln}} = \frac{Z_D - Y_{n+1}}{Y_{n+1} - x_n}$$

$$\Rightarrow \frac{L_4}{D} = \frac{L_4}{84.4} = \frac{0.915 - 0.676}{0.676 - 0.415} \Rightarrow L_4 = 77.2 \frac{lbmol}{hr}$$

$$\frac{L_n}{G_{m+1}} = \frac{Z_D - y_{m+1}}{Z_D - x_m} = \frac{Q' - H_{G,n+1}}{Q' - H_{Ln}}$$

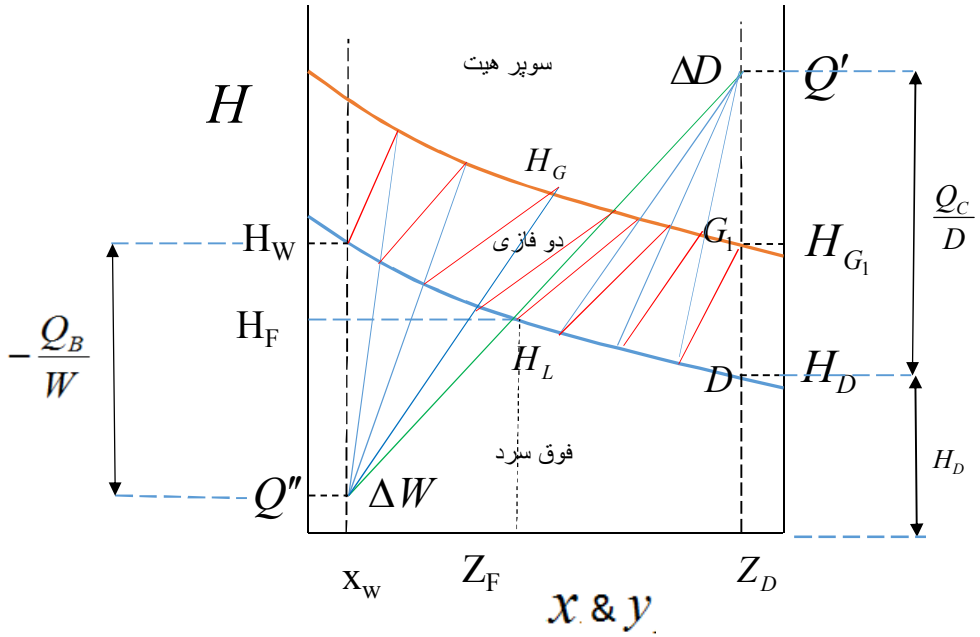
$$\Rightarrow \frac{L_4}{G_5} = -\frac{77.2}{G_5} = \frac{0.915 - 0.676}{0.915 - 0.415} \Rightarrow G_5 = 161.5 \frac{lbmol}{hr}$$

$$\frac{\overline{L}_m}{\overline{G}_{m+1}} = \frac{y_{m+1} - x_w}{x_m - x_w} = \frac{H_{G_{m+1}} - Q''}{H_{L_m} - Q''}$$

$$\Rightarrow \frac{\overline{L}_5}{\overline{G}_6} = \frac{308}{\overline{G}_6} = \frac{0.554 - 0.00565}{0.318 - 0.00565} \Rightarrow \overline{G}_6 = 175.7 \frac{lbmol}{hr}$$

$$\frac{\overline{L}_8}{\overline{G}_w} = \frac{0.35 - 0.00565}{0.02 - 0.00565} \Rightarrow \begin{cases} \overline{G}_w = 127.6 \dfrac{lbmol}{hr} \\ \overline{L}_8 = 260 \dfrac{lbmol}{hr} \end{cases}$$

رسم تعداد مراحل در حالت خوراک ورودی مایع اشباع



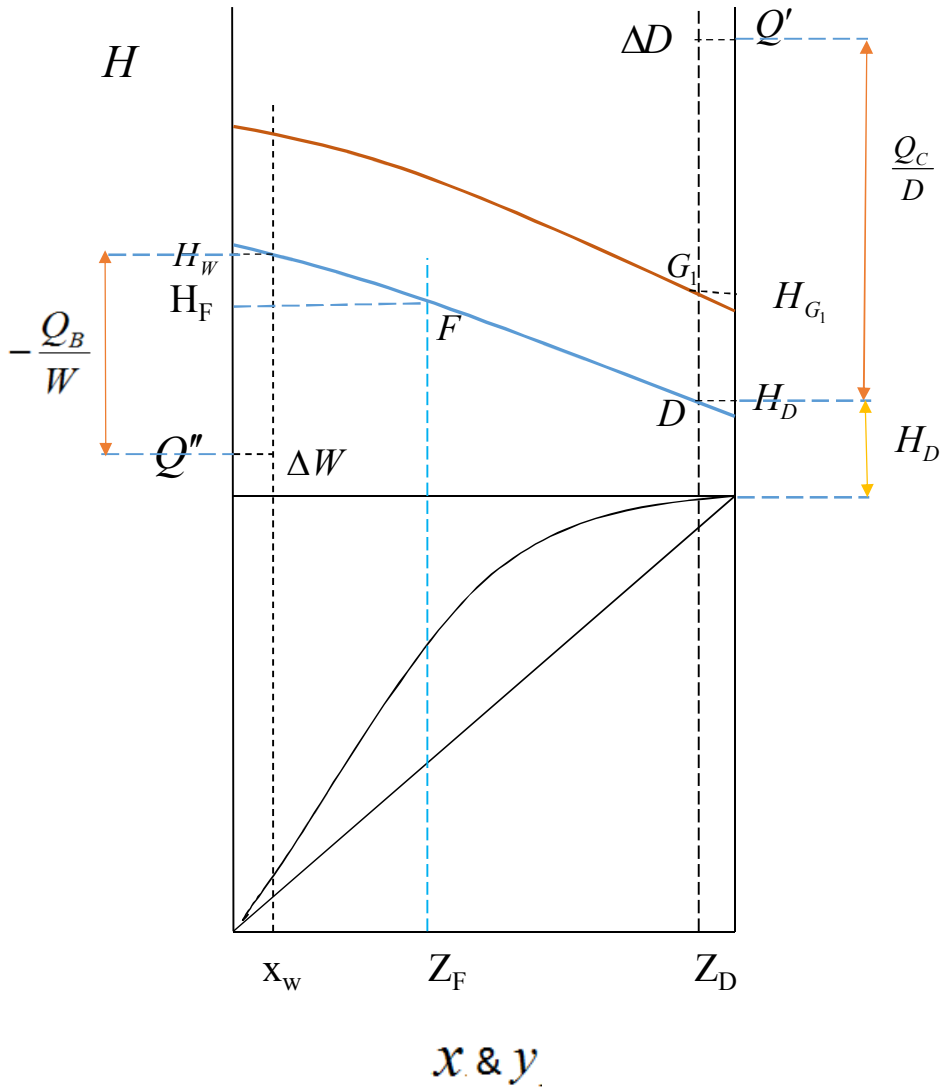
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

x_w Z_F Z_D

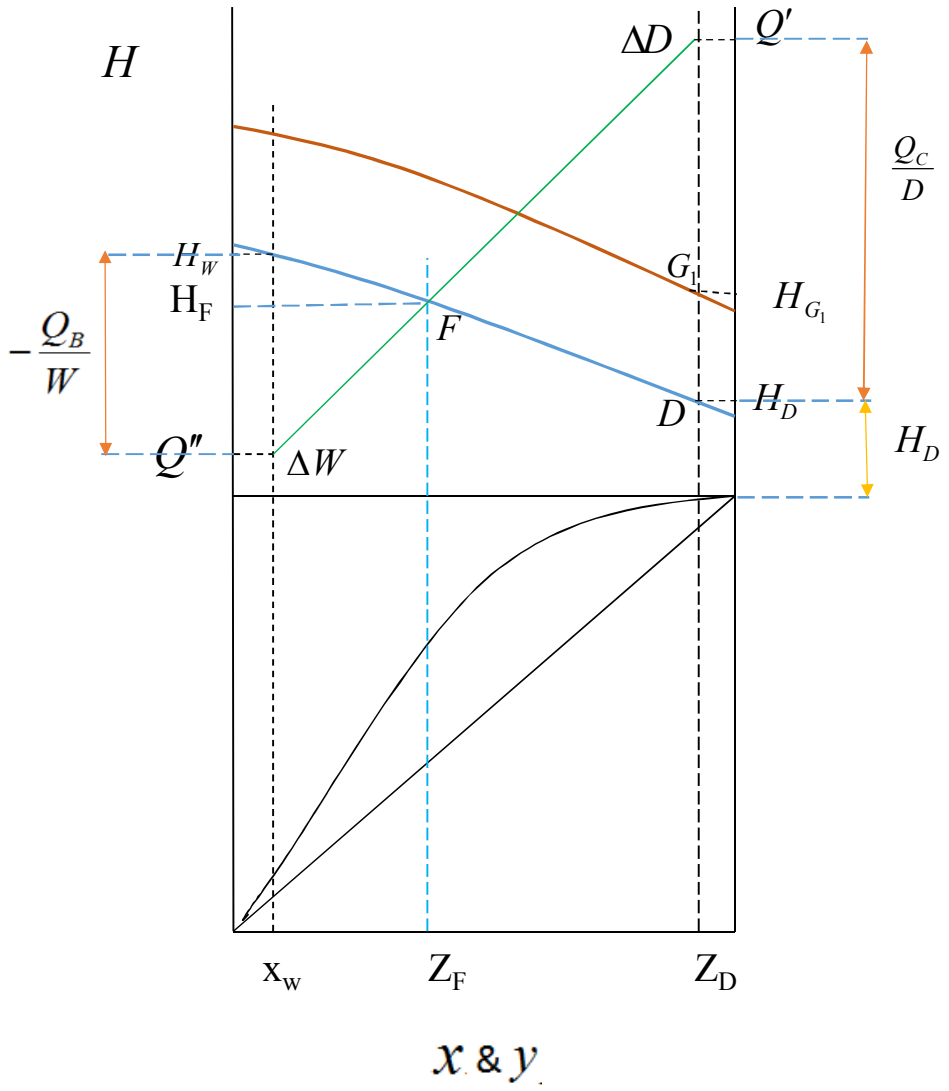
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



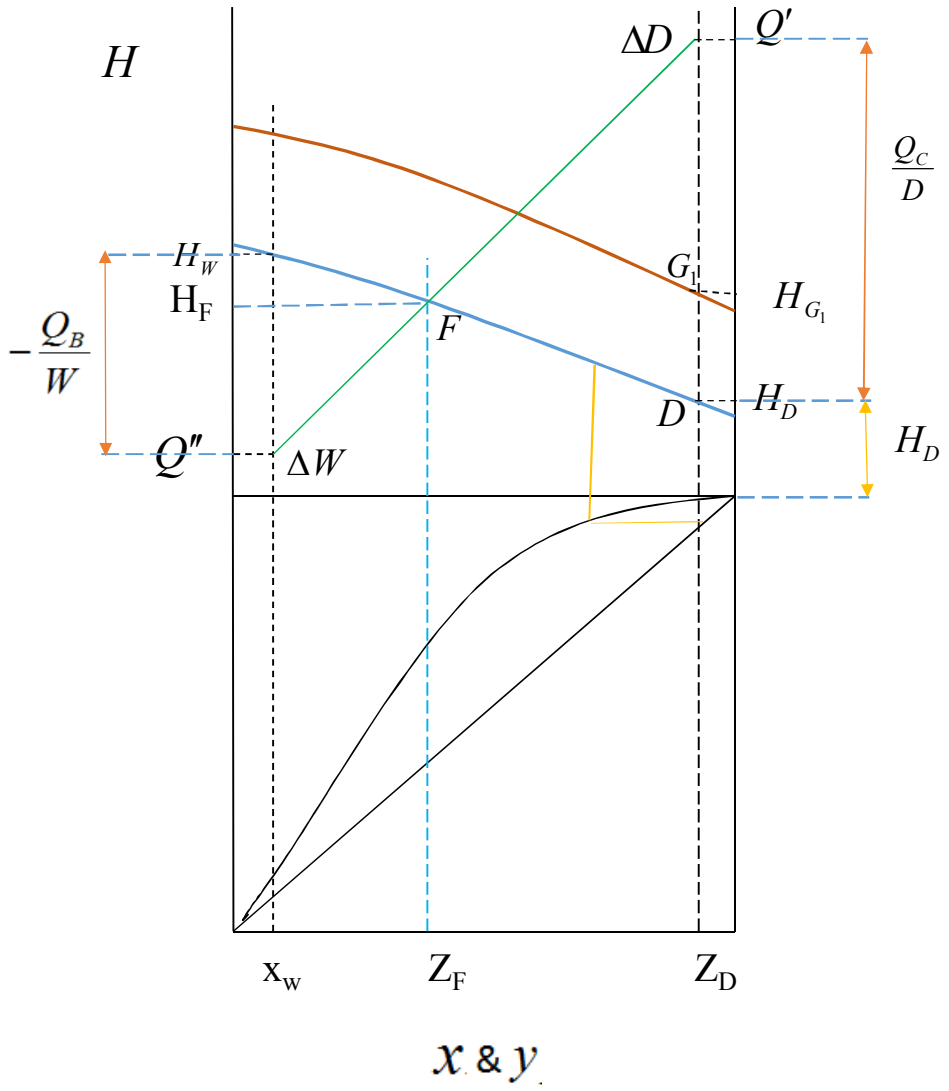
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



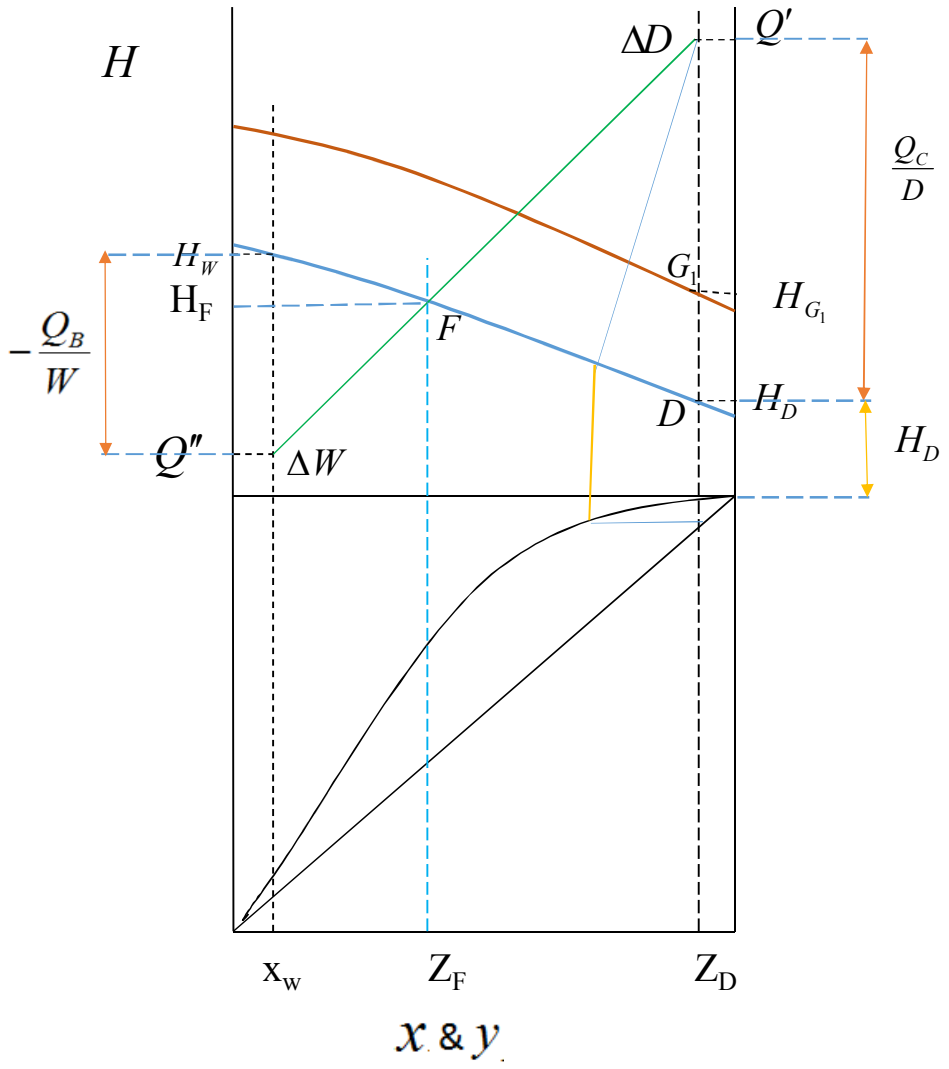
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



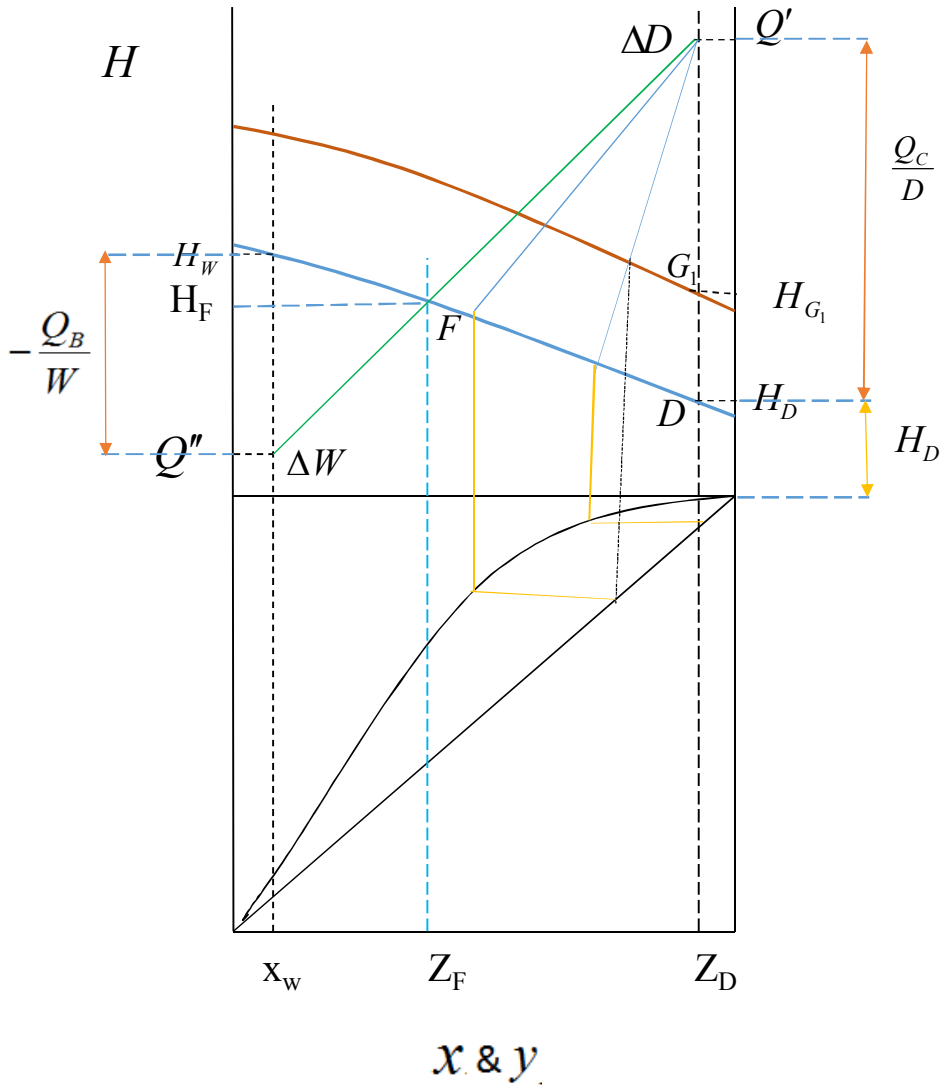
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



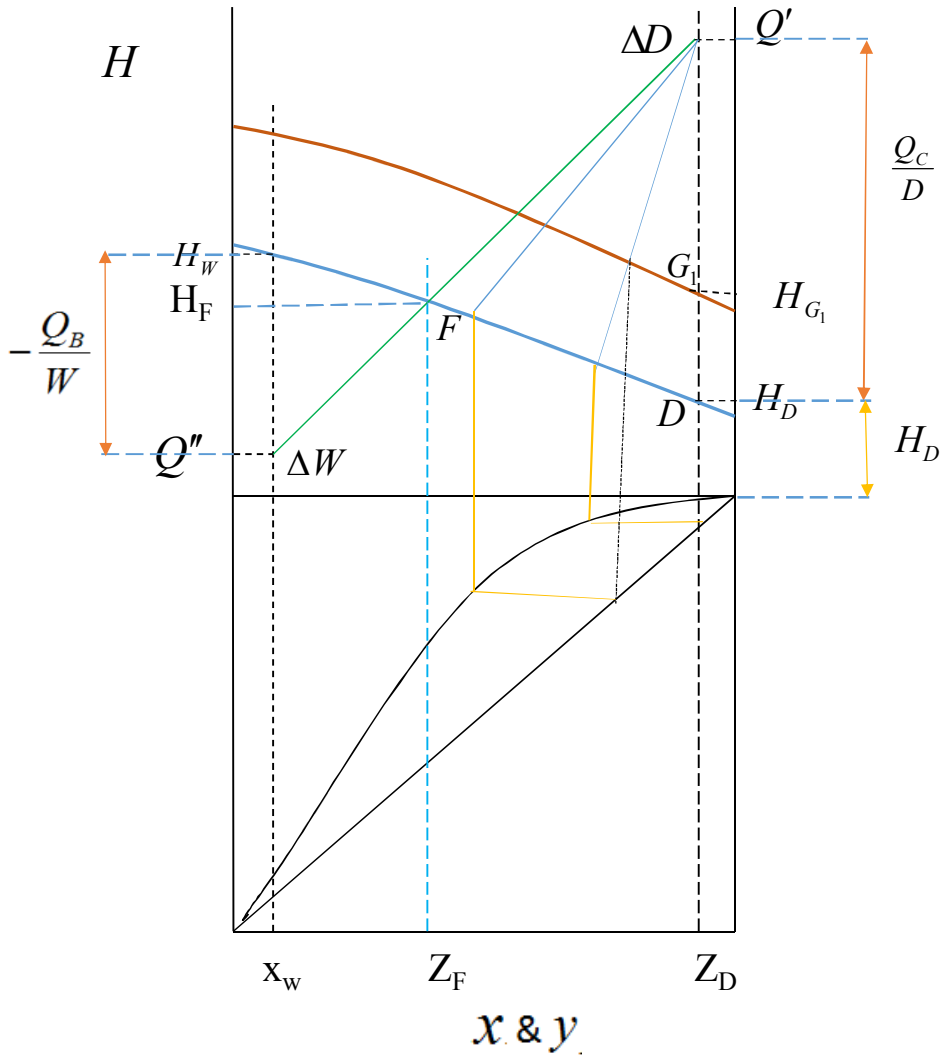
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



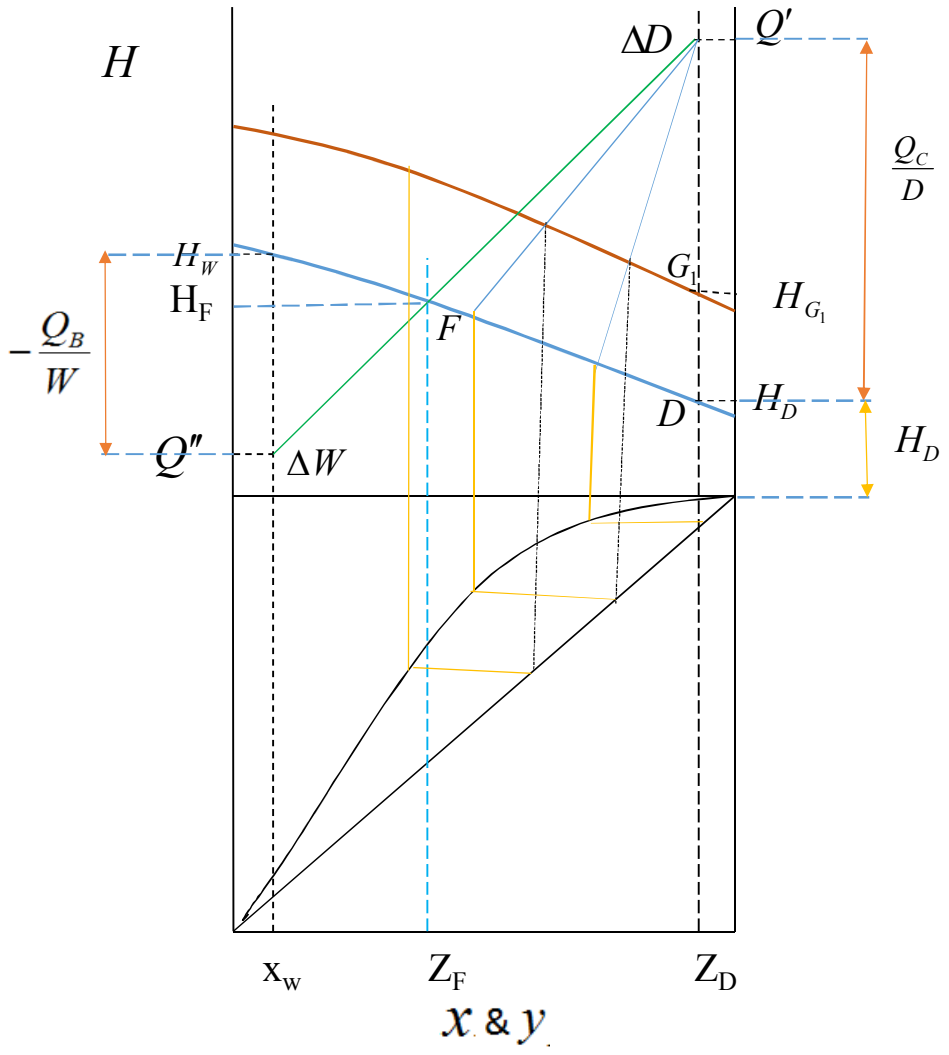
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



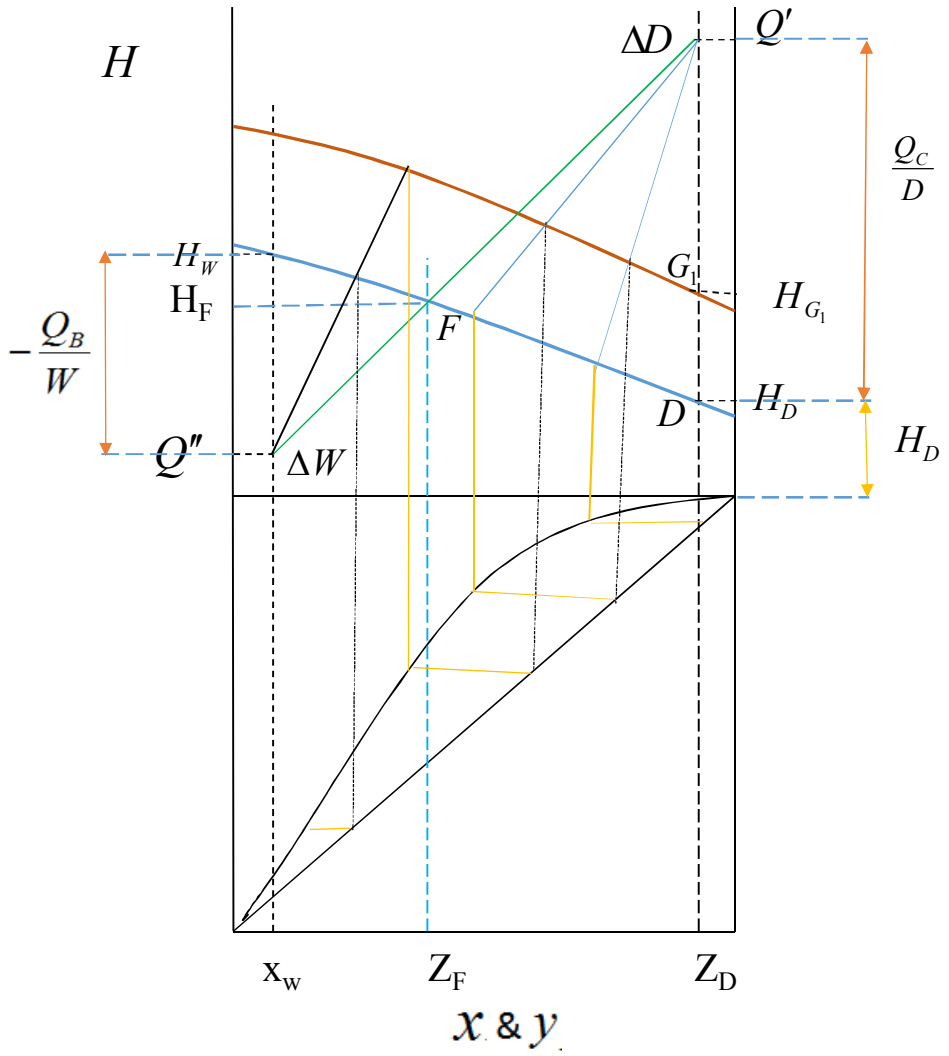
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



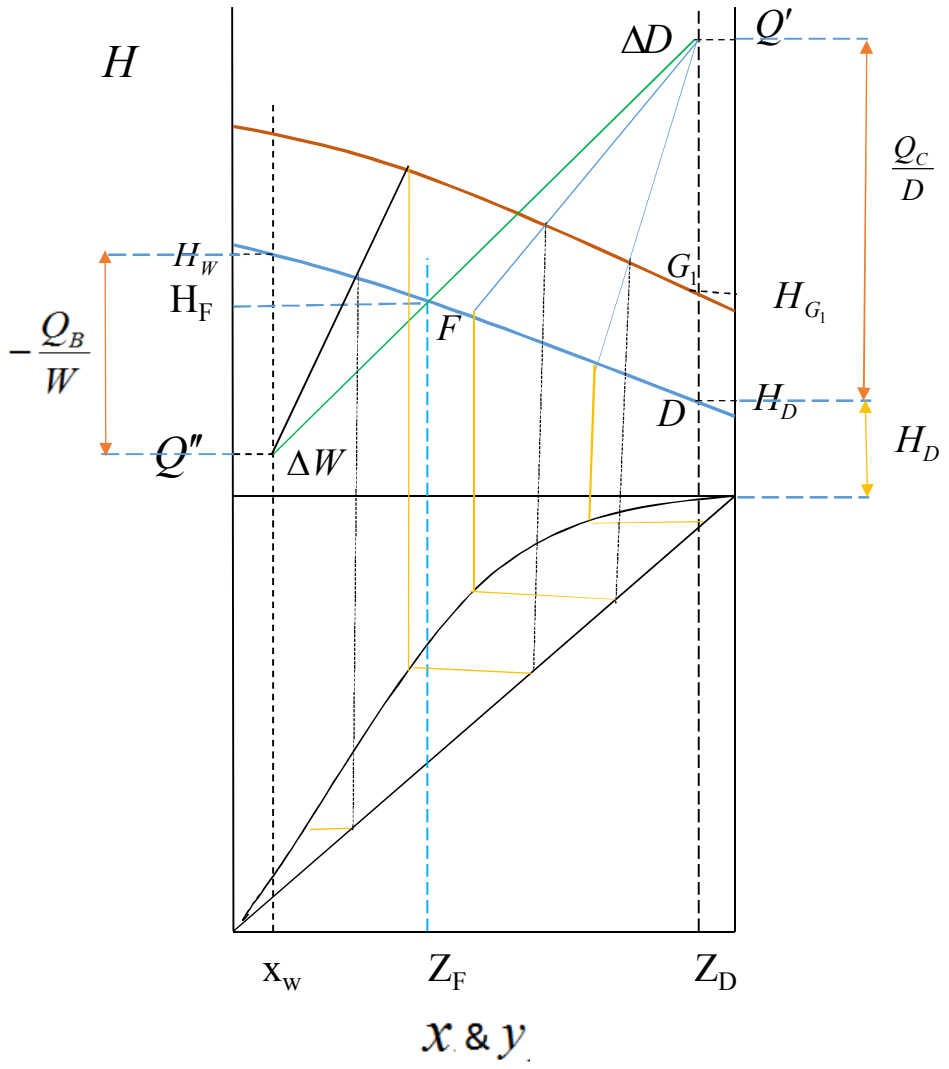
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



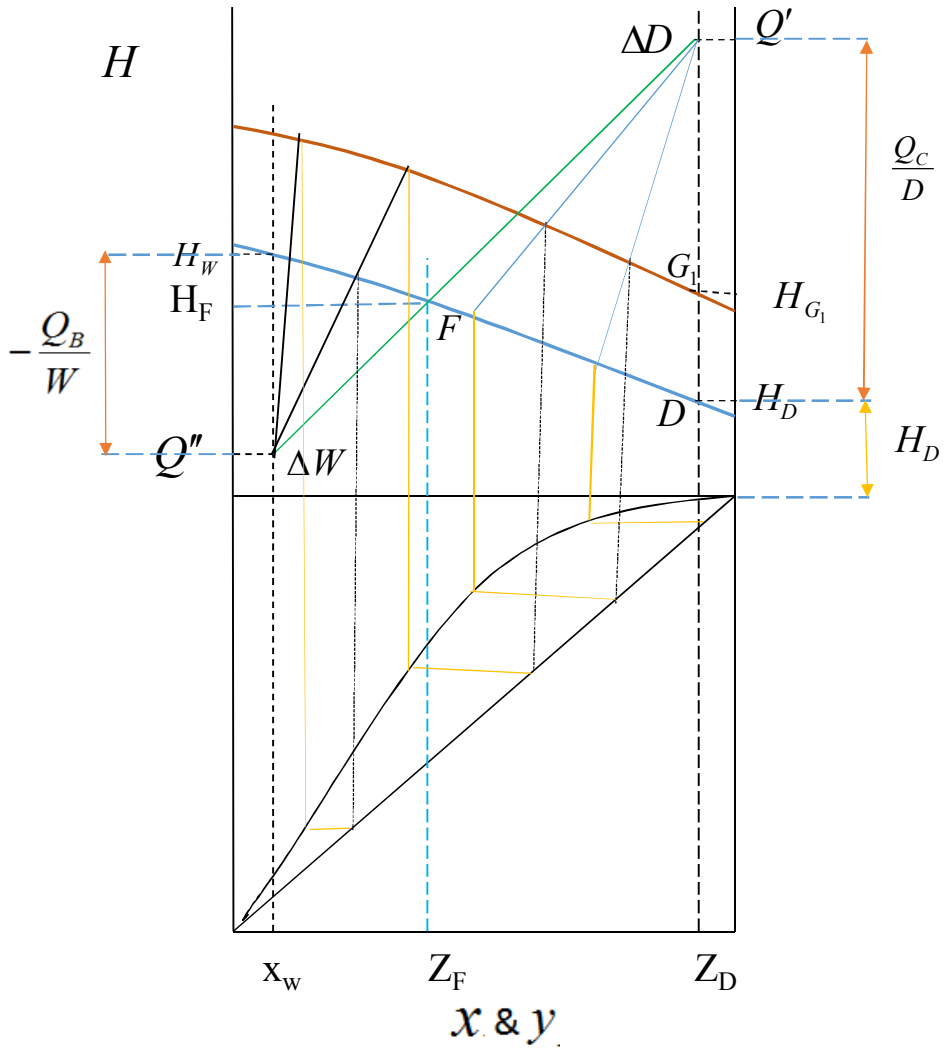
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



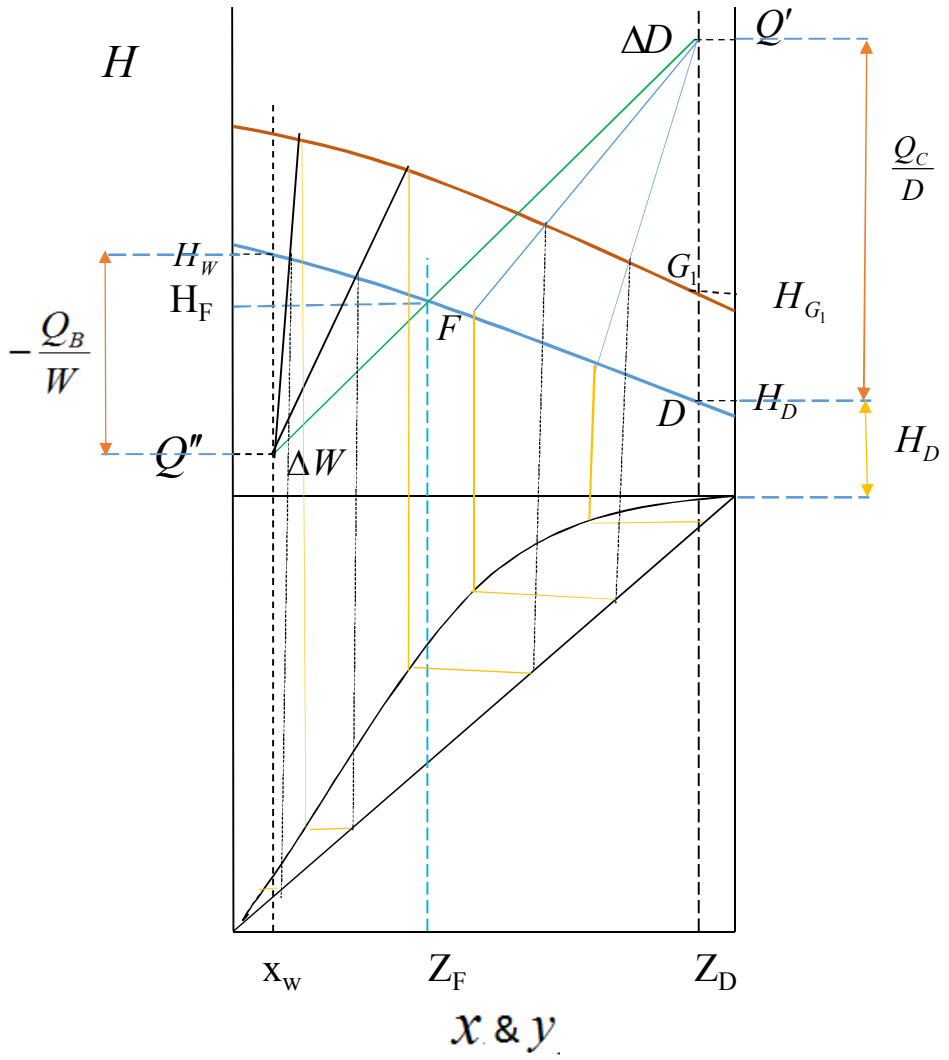
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



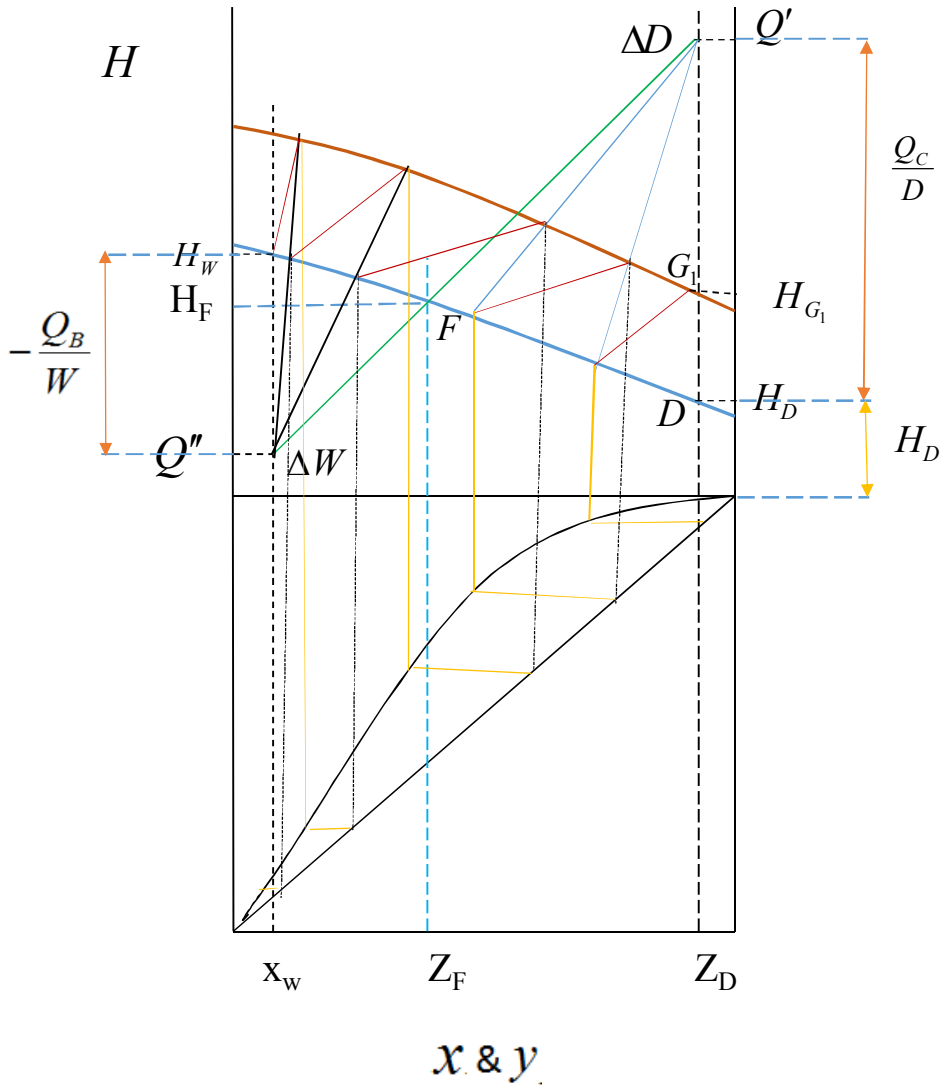
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

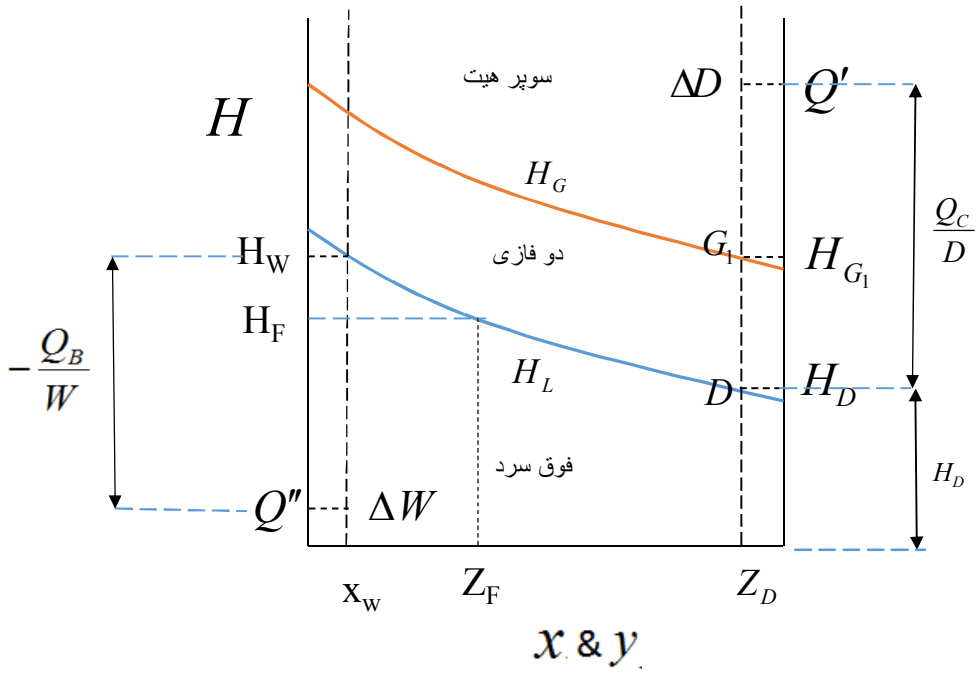


$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



منحنی آنتالپی – کسر مولی :



$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

$$\frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{(Z_D - y_{n+1})}{(Z_D - x_n)} = \frac{(Q' - H_{G_{n+1}})}{(Q' - H_{L_n})}$$

$$\frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{(H_{G_{n+1}} - Q')}{(H_{L_n} - Q')}$$

$$\frac{L_n}{G_{n+1}} = \frac{(H_{G_{n+1}} - Q')}{(H_{L_n} - Q')} = \frac{(y_{n+1} - Z_D)}{(x_n - Z_D)}$$

$$G_{n+1} = L_n + D$$

$$\frac{L_n}{L_n + D} = \frac{(H_{G_{n+1}} - Q')}{(H_{L_n} - Q')} = \frac{(y_{n+1} - Z_D)}{(x_n - Z_D)}$$

$$\frac{L_n}{D} = \frac{(Q' - H_{G_{n+1}})}{(H_{G_{n+1}} - H_{L_n})} = \frac{(y_{n+1} - Z_D)}{(y_{n+1} - x_n)}$$

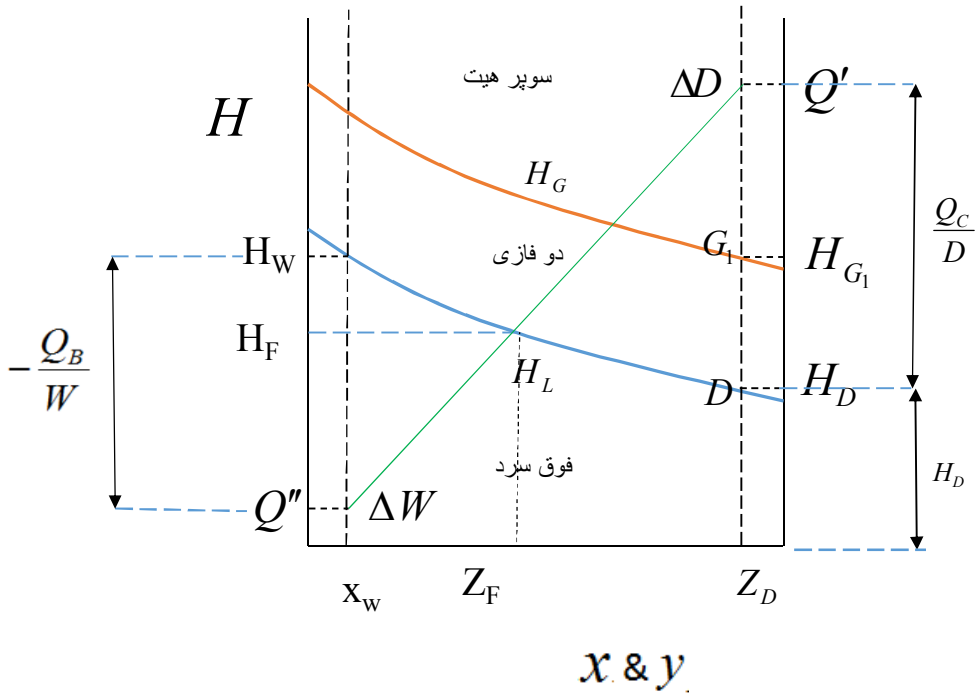
If n=0

$$\frac{L_0}{D} = \frac{(Q' - H_{G_1})}{(H_{G_1} - H_{L_0})} = \frac{\text{طول خط } \Delta DG_1}{\text{طول خط } G_1 D}$$

$$R = \frac{L_0}{D} = \frac{\Delta DG_1}{G_1 D}$$

تعیین جریان برگشتی:

منحنی آنتالپی – کسر مولی :



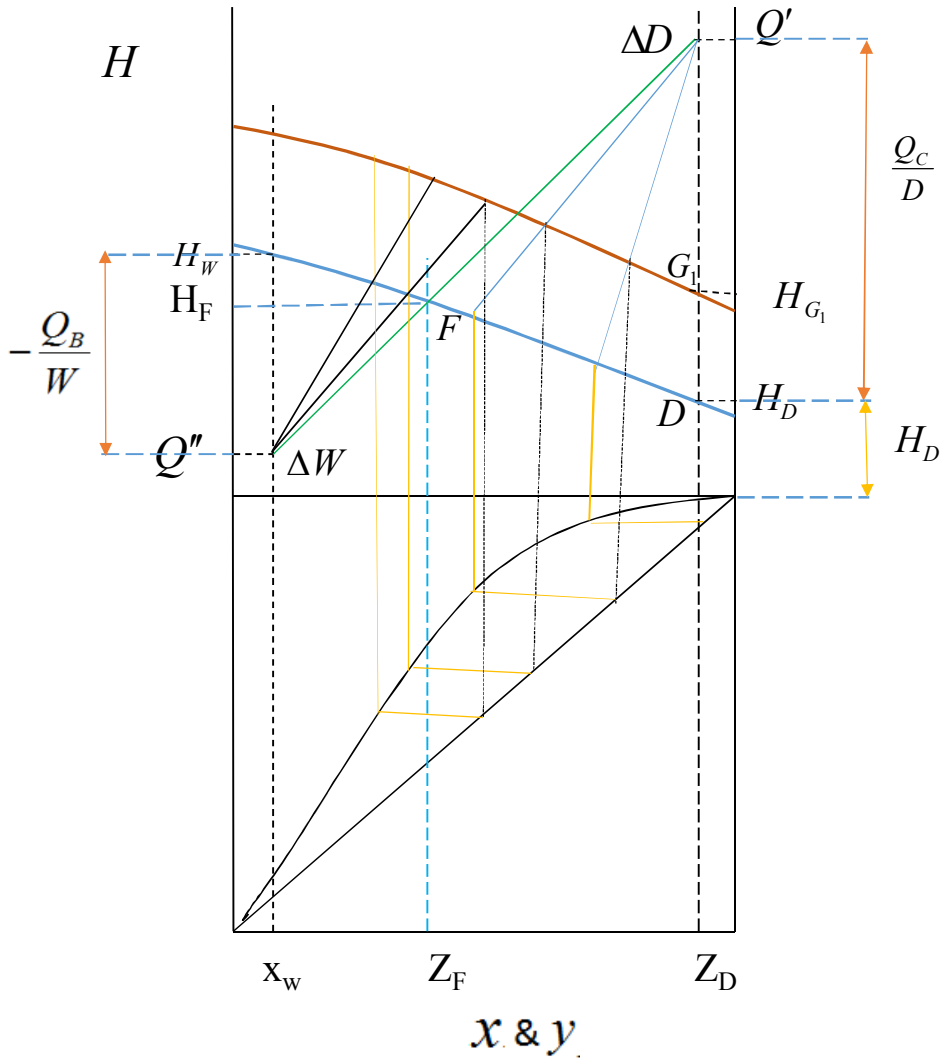
$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$

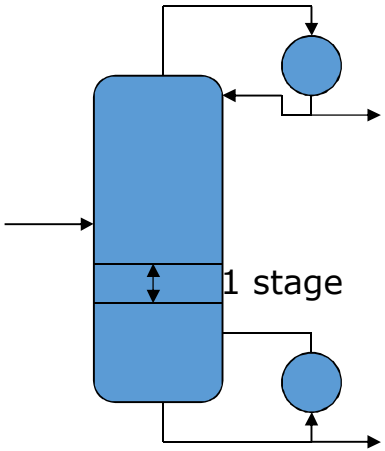
$$R = \frac{L_0}{D} = \frac{\Delta D G_1}{G_1 D}$$

$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$



تقطیربا ستون هاي پر شده packed



در تقطیر نا پیوسته خط کار پایین نداریم.

$$Q' = H_D + \frac{Q_C}{D}$$

$$Q'' = H_w - \frac{Q_B}{W}$$