استخراج جامد-مایع (leaching)

- استخراج یک ماده حل شدنی از یک جامد به کمک حلال را لیچینگ گویند.

کاربردها:

۱) صنایع شیمیایی معدنی (استخراج طلا، مس و ... از سنگ معدن)

۲) روعن کشی از دانه های روغنی بعد از انجام عملیات ککانیکی به کمک حلال الی

۳) در داروسازی برای استخراج دارو از ریشه یا برگ گیاه

۴) استخراج قند از چغندر قند به کمک بخار آب

عوامل موثر در عملیات لیچینگ

- کاهش اندازه ذرات جامد: به این ترتیب سطح تماس افزایش می باید. البته در کاهش اندازه ذرات محدودیت وجود دارد. کاهش بیش از اندازه ذرات سبب ایجاد کلوئید شده و ته نشین نمی شوند. بنابراین جداسازی به سختی انجام می شود. در برخی موارد ریز شدن بیش از اندازه ذرات سبب تخریب ساختار سلول ها می شود.

- افزایش دما: افزایش دما سبب بهبود بازده استخراج می شود. البته به حدی که مواد حساس به حرارت را از بین نبرد در واقع افزایش دما سبب افزایش حلالیت و کاهش ویسکوزیته می شود. بنابراین نفوذپذیری جزء حل شونده بهبود می یابد.

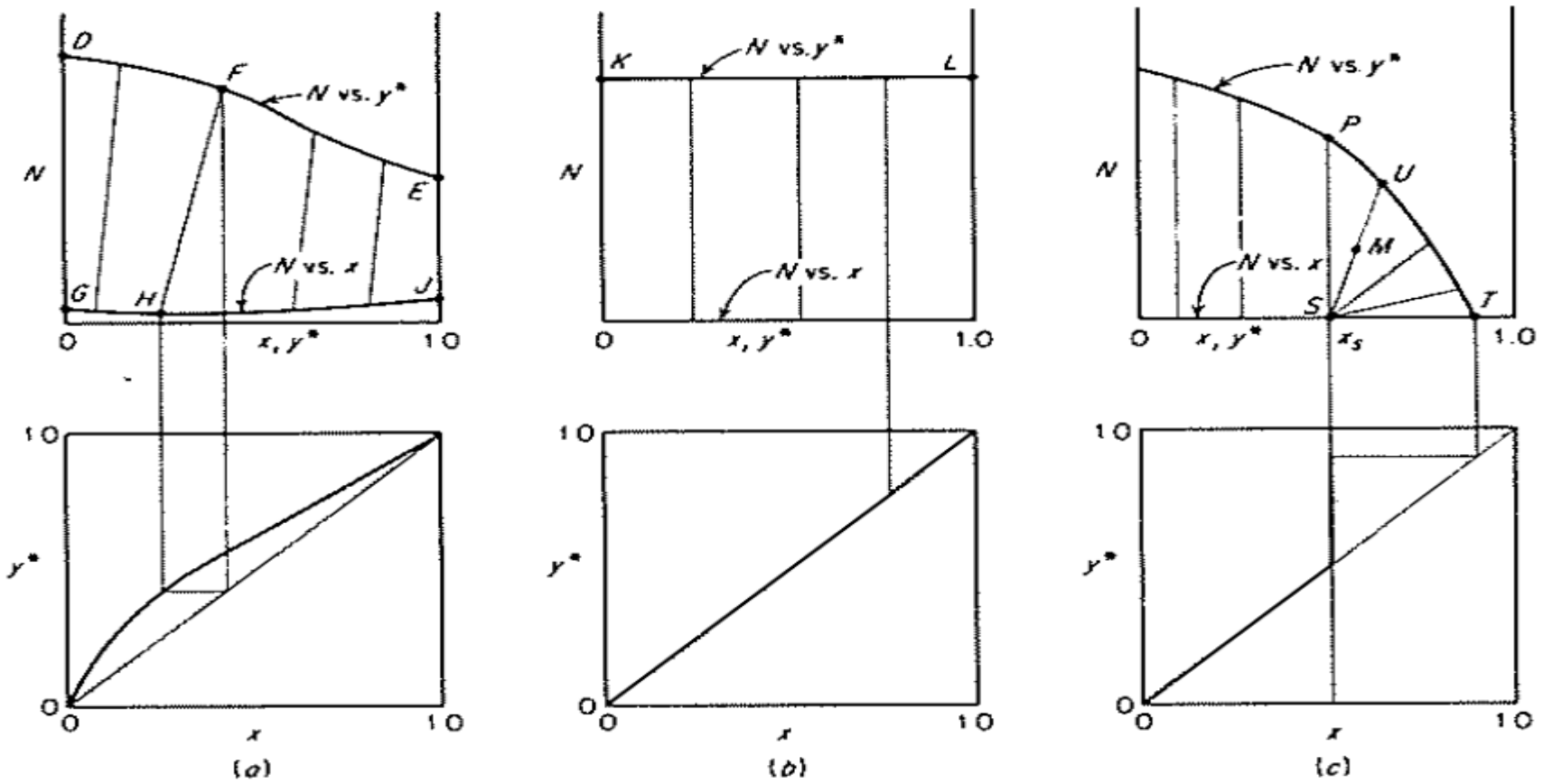
پارامترهای محاسبات استخراج جامد-مایع

$$x = \frac{m_C}{m_A + m_C}, \quad R = A + C$$

$$y = \frac{m_C}{m_A + m_C}, \quad E = A + C$$

$$N = \frac{m_B}{m_A + m_C}$$

منحنی تعادل



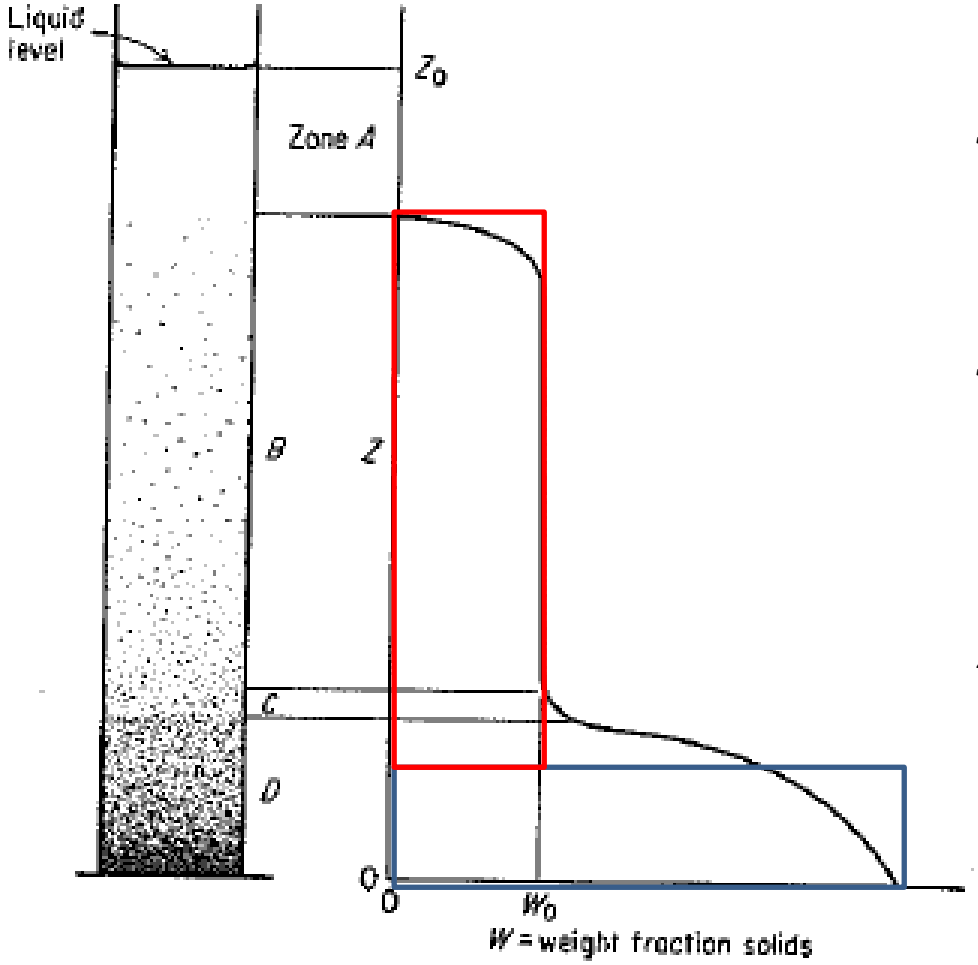
- خطوط رابط معمولاً عمودی هستند به جز ۱) زمان تماس کافی نباشد، ۲) مقداری از C در A حل نشود، ۳) جزء C روی سطح جامد جذب سطحی داشته باشد.
- N_x معمولاً صفر است، به جز ۱) مقداری از B در فاز محلول حل شود، ۲) زمان لازم برای ته نشینی کم باشد لذا مقداری از جامد حل نشده در محلول خروجی باقی بماند.

نحوه رسم دیاگرام تعادلی حالت b

- حلال را وارد بستر حاوی مخلوط B+C می کنیم و زمان می دهیم تا استخراج انجام شود. سپس مایع تخلیه می شود. از آن جا که مایع تحت فشار وارد محفظه می شود حتی خلل و فرج ریز هم مایع نفوذ می کند که در زمان تخلیه این مایع خارج نمی شود. بنابراین بستر خیس بوده و مقداری مایع در آن باقی می ماند.
- S: درصدی از فضای خالی بستر که توسط مایع اشغال شده است.

$$N_y = \frac{\rho_b}{S_{ave}.\varepsilon.\rho_l}$$

محاسبه S_{ave}



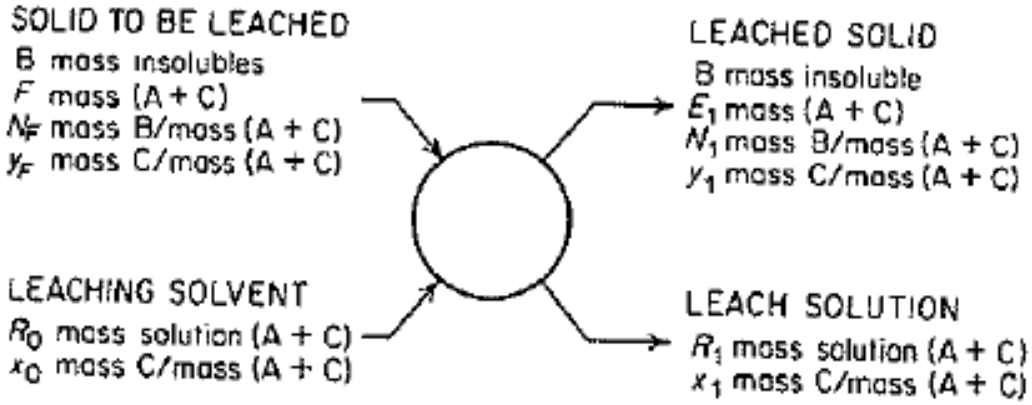
$$S_{ave} = \frac{(Z - Z_D)S_0 + Z_D * 1}{Z}$$

$$S_0 = \begin{cases} 0.075 & \frac{k\rho_l}{g.\sigma}.\frac{g}{g_c} < 0.02 \\ \frac{0.0018}{\frac{k\rho_l}{g\sigma}} & \frac{k\rho_l}{g.\sigma}.\frac{g}{g_c} \geq 0.02 \end{cases}$$

$$Z_D = \frac{0.275\frac{g_c}{g}}{\left(\frac{k}{g}\right)^{\frac{1}{2}}\left(\frac{\rho_l}{\sigma}\right)}, \qquad k = \frac{d_p^2.\varepsilon^3.g}{150(1-\varepsilon)^2}$$

مثال: برای رنگ بری از محلول قند استخراج شده از چغندر قند محلول را از درون یک بستر ذغال حیوانی که جاذب رنگ قند می باشد عبور می دهند. پس از خاتمه عمل مقداری از محلول قند در داخل بستر باقی می ماند. برای خارج کردن قند باقیمانده بستر، تمام آن را پر از آب خالص می کنند و پس از زمان کافی برای حل شدن قند در آب، محلول حاصله را تخلیه می کنند. ارتفاع بستر مورد نظر ۳ متر و قطر آن ۱ متر است. دما ۶۵ سانتی گراد می باشد. جرم مخصوص محلول kg/m^3 ۱۱۳۷، کشش سطحی مایع N/m ۰/۰۶۶، جرم مخصوص بستر ذغال حیوانی kg/m^3 ۹۶۰، جرم مخصوص ذرات ذغال حیوانی kg/m^3 ۱۷۶۲ می باشد. سطح مخصوص خارجی ذرات برابر m^2/kg ۱۶/۴ است. در صورتی که میزان ماندگی محلول در فاز جامد مستقل از غلظت قند باشد، وزن محلولی را که پس از خالی کردن بستر در لابه لای فاز جامد باقی می ماند و همچنین منحنی تعادل را به دست آورید.

استخراج تک مرحله ای



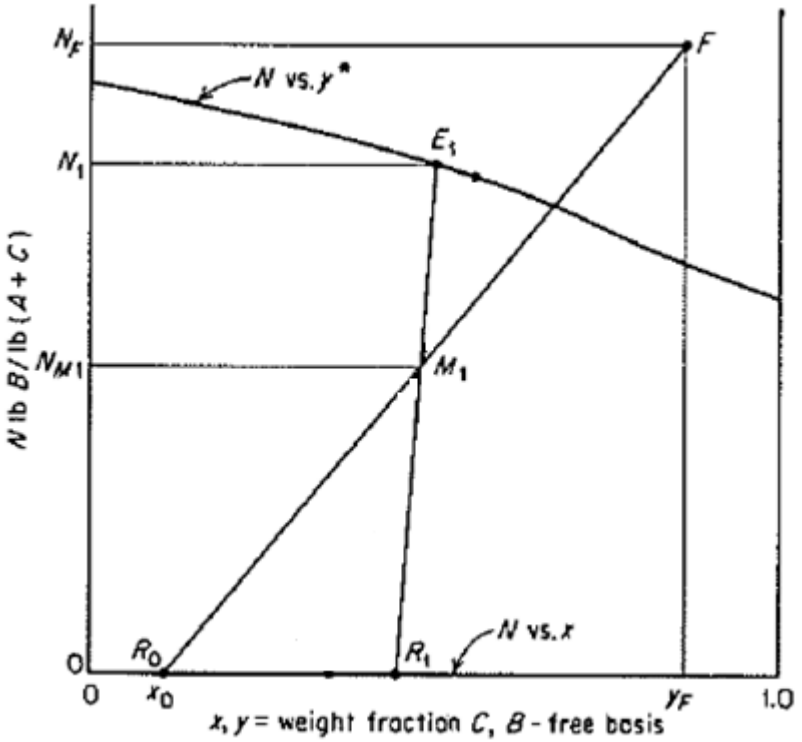
$$B = N_F F = E_1 N_1$$

$$F + R_0 = E_1 + R_1 = M_1$$

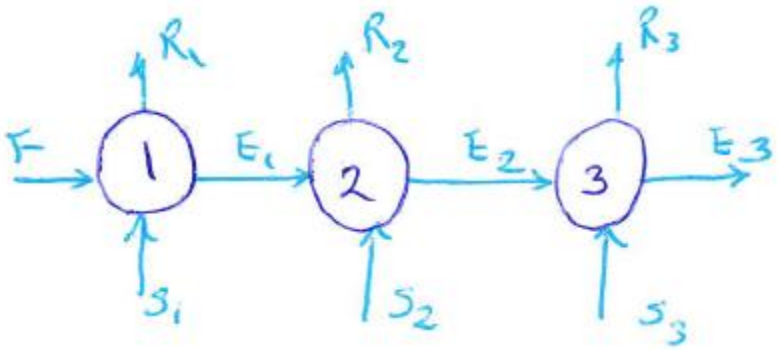
$$F y_F + R_0 x_0 = E_1 y_1 + R_1 x_1$$

$$N_{M1} = \frac{B}{F + R_0} = \frac{B}{M_1}$$

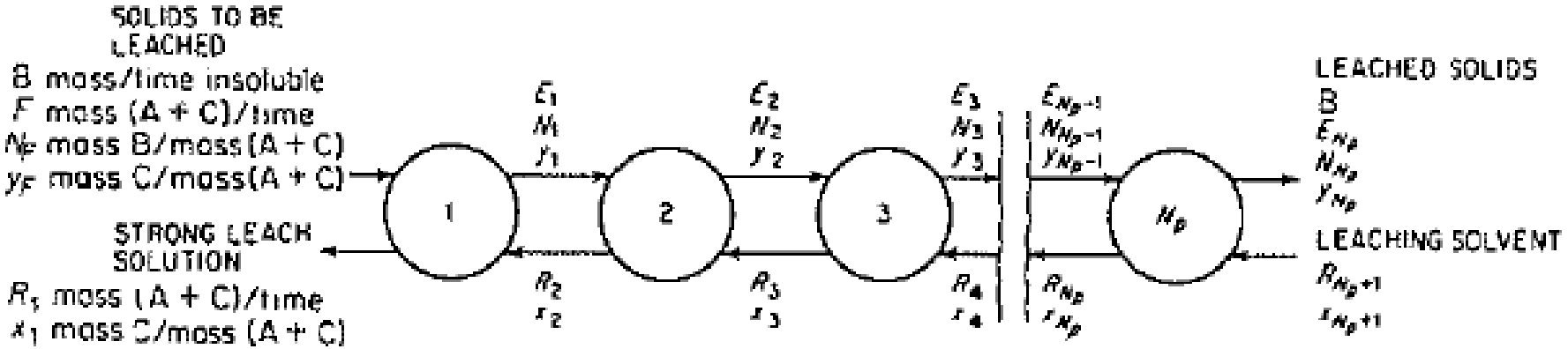
$$y_{M1} = \frac{y_F F + R_0 x_0}{F + R_0}$$



استخراج چند مرحله ای جریان متقاطع



استخراج چند مرحله ای جریان متقابل



$$F + R_{N_p+1} = R_1 + E_{N_p} = M$$

$$Fy_F + R_{N_p+1}x_{N_p+1} = R_1x_1 + E_{N_p}y_{N_p} = M\,y_M$$

$$N_M = \frac{B}{F + R_{N_p+1}}$$

$$y_M = \frac{Fy_F + R_{N_p+1}x_{N_p+1}}{F + R_{N_p+1}}$$

$$F - R_1 = E_{N_p} - R_{N_p+1} = \Delta_R$$

$$F - R_1 = E_3 - R_4 = \Delta_R$$

مثال: برای تهیه سود به میزان ۴۰۰ کیلوگرم سود خشک در ساعت از واکنش شیمیایی بین کربنات سدیم و آهک مرده استفاده می شود. از مواد شیمیایی فوق به میزان استوکیومتری استفاده و واکنش کامل فرض می شود. برای شستن رسوبات کربنات کلسیم از آب خالص استفاده می شود و محلول صاف شده خروجی باید حاوی ۱۰ % سود باشد. اگر دستگاه شامل سه مرحله باشد، مقدار آب مورد نیاز برای شستشو و همچنین درصدی از سود که همراه لجن خروجی از دستگاه تلف می شود را محاسبه کنید. ب) چند مرحله لازم است اگر اتلاف سود ۰/۱ درصد سود تولیدی باشد. داده های تعادلی در جدول زیر ارائه شده است

x	N	y
0.0900	0.495	0.0917
0.0700	0.525	0.0762
0.0473	0.568	0.0608
0.0330	0.600	0.0452
0.0208	0.620	0.0295
0.01187	0.650	0.0204
0.00710	0.659	0.01435
0.00450	0.666	0.01015

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaOH$$

$$B: CaCO_3,\ A: water,\ C: NaOH$$

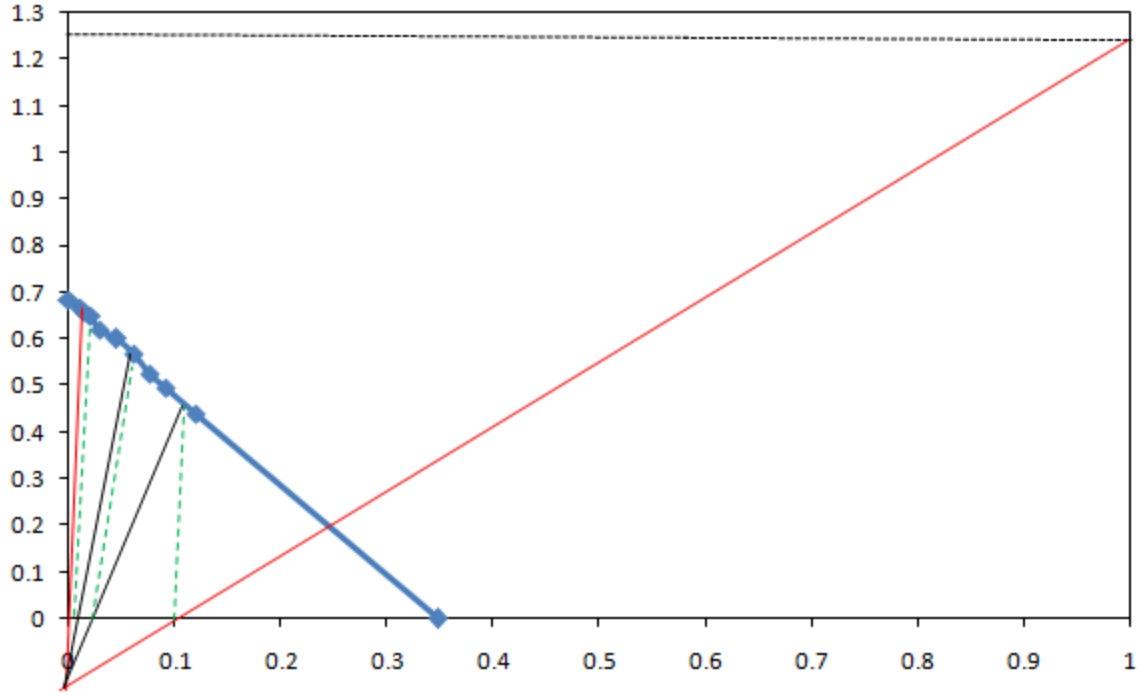
$$n_{NaOH} = \frac{400}{40} = 10 \Rightarrow n_{CaCO_3} = 5 \Rightarrow m_{CaCO_3} = 500kg$$

	A	B	C	N	X or Y
F	0	500	400	1.25	1
E_3		500			
R_1		0		0	0.1
S		0	0	0	0

با داشتن دو مقدار فوق محل نقطه F مشخص می شود. حال از آن جا که مجهولات زیاد است به طریق زیر عمل می کنیم. با حدس زدن نقطه ای برای E_3 بر روی دیاگرام N_y، محاسبات را انجام داده و مجهولات نقاط را تعیین نموده و سپس با ترسیم تعداد مراحل را تعیین می کنیم. اگر سه مرحله به دست آمد، حدس صحیح می باشد. در غیر اینصورت باید حدس دیگری را در نظر گرفته و عملیات را ادامه می دهیم.

$$N_{E_3} = 0.666 = \frac{500}{A+C}, \Rightarrow A+C = 750$$

$$Y = 0.01 \Rightarrow C = 750 * 0.01 = 7.5 \Rightarrow \%loss = \frac{7.5}{400} \times 100 = 1.87\%$$



$$\left.\begin{aligned} F + R_4 &= E_3 + R_1 \\ FX_F + R_4X_4 &= E_3Y + R_1X_1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} (400+0) + R_4 = 750 + R_1 \\ 400 + R_4 * 0 = 750 * 0.01 + R_1 * 0.1 \end{cases}$$

$$R_4 = 4275\ kg/h, \quad R_1 = 3925\ kg/h$$

ب) شیب خطی که از مبدا گذشته و به E_{NP} وصل شده به قرار زیر است:

$$\frac{C_{E_{NP}}}{C_F} \times 100 = 0.1 \Rightarrow C_{E_{NP}} = 0.4$$

$$\frac{500}{0.4} = \frac{B}{C} = \frac{\frac{B}{A+C}}{\frac{C}{A+C}} = \frac{N_{E_{NP}}}{Y_{NP}}$$

$$Y = 0.01 \Rightarrow C = 750 * 0.01 = 7.5 \Rightarrow \%loss = \frac{7.5}{400} \times 100 = 1.87\%$$

از مبدا خطی با شیب به دست آمده رسم کرده و محل برخورد آن را با منحنی N_y نقطه E_{NP} می باشد. حال از این نقطه به مبدا یعنی نقطه S وصل نموده ادامه داده تا خط گذر کرده از F و R_1 را قطع کند. با مشخص شدن محل تلاقی تعداد مراحل را معلوم می کنیم که برابر ۶/۳ مرحله است.