طرح و اقتصاد مهندسی — دکتر رحمتی

Books: Peters & Timmerhaus "Plant Design & Economics for chemical Engineers" Mc Graw-Hill 5th Ed, 2003

مبانی ترم ندارد

Equipment
Process } Design
Plant

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

Equipment مثل Heater، مبدل ...

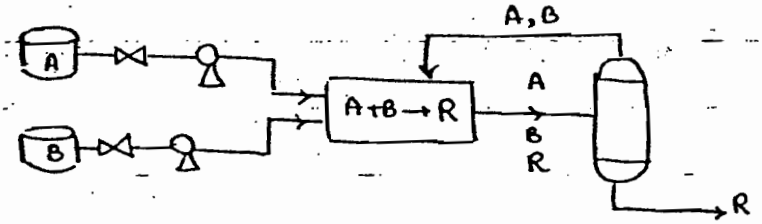
* Process فرایندی که طی می‌کند که مواد اولیه به محصولات تبدیل شود که می‌تواند ساده و یک مرحله‌ای باشد

فرآیند آسیاب کردن مکانیکی

condensation فیزیکی

راکتور شیمیایی

* یک فرآیند Typical

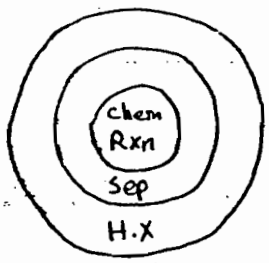


در فرآیندهایی که ما با آن‌ها سروکار داریم وجود واکنش الزامی نیست اما اگر باشد قلب فرآیند را تشکیل می‌دهد.

chemist ها کار طراحی انجام نمی‌دهند اگر بروند در مقیاس آزمایشگاهی است. مهندس شیمی در مقیاس صنعتی کار می‌کند.

در فرآیندها نموداری وجود دارد به اسم Onion Diagram

لایه‌ها به ترتیب اهمیت از مرکز به خارج چیده می‌شوند.



۱- واکنش شیمیایی (مهمترین)
۲- جداسازی
۳- انتقال‌های مربوطه مثل حرارت
۴- دستگاه‌های جانبی کم اهمیت‌تر مثل لوله‌ها و شیرها

تفاوت Process Design و Plant Design :

Plant Design کل واحد صنعتی من جمله ساختمانهای اداری، انبارها، آزمایشگاهها، کارخانه، سرویس و ... که در آن فقط مهندس شیمی نمی تواند نقش داشته باشد (مهندسین عمران و ... هم هستند) را شامل می شود.

مهندس شیمی در Plant Design زیاد نقشی ندارد ولی در فرآیندهای مربوطه به خودش باید نظر بدهد یعنی نگاهی که می تواند به مهندسین دیگر feedback بدهد مثل خوراک.

فصول کتاب :

1. Introduction (طرح موجودات، تهیه می بینیم) توجه ایجاد از صفر
2. Process Design Development ← برای پروژه لازم است
3. Cost and Asset Accounting ← در کتاب نیست (ضمیمه) در ذهنمان می ماند
4. Cost Estimation ← هم برای پروژه و امتحان

- Fluid Mechanics
- Heat Transfer ← Transport phenomena
- Mass Transfer

5. Materials selection & Fabrication ساخت و انتخاب مواد
6. Report writing گزارش نویسی

سه فصل آخر طراحی و برآورد هزینه را شامل می شود.

کتاب باز 75-80٪ ← نوارهای کتاب (سود کارخانه چقدر است، برگشت سرمایه چقدر است، چند سال طول می کشد، برآورد هزینه)

کتاب بسته 20-25٪ ← فرایندی برج های سنی دار نسبت به برج های Packed

معیارهای انتخاب پمپ

F 14 ← طالب هم سر کلاس مطرح می شود

H.W 1 ← پروژه 5-6 نمره ← زمان تحویل پروژه روز امتحان

P 0-5 / E 1 ← H.W 1 نمره (برای رهمون شدن به سمت پروژه)

۱ نمره اضافه بر 20 نمره درمورد مباحثی که سرکلاس مطرح می‌شود یا خودمان انتخاب می‌کنیم چند تا مقاله Case study آن درصد 20 دقیقه بیاییم ارائه دهیم مثل انواع روشهای بهینه‌سازی یا scale up (تا آخر اسفند ماه اعلام کنیم)

فصل اول 8

اگر هدف ما توسعه باشد ملاک‌های انتخاب عبارت‌اند از:

- Demand = Supply تراز عرضه و تقاضا

واردات
Consumption + exports = production + imports
صادرات + مصرف

① باید ببینیم نیاز به آن محصول هست یا خیر.

- چرخه‌هایی که به مهندسی شیمی مربوط می‌شود را انتخاب می‌کنیم و بسته به نوع تخصص (پتروشیمی، صنایع غذایی، پلیمر) لیست را محدودتر می‌کنیم.

import و export تجارت خارجی هستند (foreign trade)

② • Objective هدف

✗ imports substitution (جایگزینی واردات) → self sufficiency (Reliance)

یعنی نخواهیم واردات را قطع کنیم که منجر به خودکفایی می‌شود

✓ export Promotion (توسعه صادرات)

امروزه این هدف بیشتر مطرح است و اکثر کشورها دنبال این هستند.

Production	+ imports	= Consumption	+ exports	
0	60 هزار تن	60	0	
60	0	60	0	درجایگزینی واردات، واردات صفر می‌شود
100	0	60	40	توسعه صادرات

✓ نه‌تنها نیاز خودمان را تأمین می‌کنیم بلکه 40 هزار تن هم صادر می‌کنیم.

✓ • سرمایه مهم است چقدر می‌توانیم هزینه کنیم.

✓ • تکنولوژی ساخت مثلاً نخواهیم نسیان بسازیم بگیریم. برای مواد قدیمی چون صنایع

سودی ندارد، لسانس را به ما می‌دهند اما سواد دیپلم. مثل پلی اورتان PU که از TDI تهیه می‌شود و TDI دو منظوره است یا TDI → PU → foam یا می‌تواند برای وسایل نظامی به کار رود پس صرف این است که تکنولوژی را پیش خودشان نگه دارند.

- چون ما صاحب تکنولوژی نیستیم مقیاس هم دستمان نیست
- Minimum Economic Scale (MES) حداقل مقیاس اقتصادی
کمتر از آن به صرفه نیست.
- Standard Economic Scale مقیاس تولید استاندارد
- world Economic scale مقیاسی که با آن می‌توانیم در سطح جهانی تولیدکننده باشیم
اینها همگی ستگی به نوع دارد

پلیمرهای اساسی = Bulk Polymers
60 تا 70 درصد مصرف این پلیمرها را این‌ها پوشش می‌دهند

P.E	پلی اتیلن
P.P	پلی پروپیلن
P.S	پلی استایرن
P.V.C	پلی وینیل کلراید

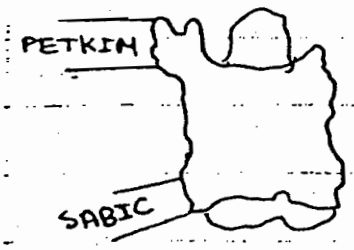
1. Market Research / Analysis
2. Marketing

سؤال کتاب بسته تفاوت ① و ② چیست؟
اولی برای سنجش و بررسی بازار پیش از تولید است که ببینیم اصلاً تولید بکنیم یا نه.
اما دومی سنجش بازار برای فروش محصول موجود است (پس از تولید)

③ • Proximity نزدیکی جغرافیایی
هر کشوری اول باید درصد صادرات به کشورهای هم جوار خود باشد
ترکیه با اینکه نفت را از ما می‌برد در شرکت پتروشیمی PET KIM دارای تنوع شیمیایی است.

شرکتی است در عربستان SABIC هم تنوع هم حجم محصولاتش از ایران بیشتر است

دو شرکت بالا رقیب های ایران محسوب می شوند



افغانستان که اصلاً از رده خارج است. پاکستان برای صادرات محصول خوب است اما کلاً از نظر سیاسی وضعیت ایران در مورد صادرات خیلی بد است. اما چین (شرق دور) برای ما خوب هستند اما در کل ایران نمی تواند بازار عمده را تشکیل دهد. CIS تازه استقلال یافته مثل روسیه و آذربایجان که از ترکمنستان می گیرند

* برای جلب مشتری یا کیفیت خوب لازم است یا قیمت پایین

(۴) • Prioritization (اولویت بندی)

شرکت تروشیمی ایران این کار را کرده و به عهده SRI سپرده که مؤسسه تحقیقات دانشگاه Stanford Research Institute است. stanford

82 ماده را به این مؤسسه دادند و آنها تعیین کردند که اولویت تولید را به کدام ها بدهیم

MTBE → R-O-R'

Methanol

اینها بالایی است بودند.

طبقه های اساسی

MTBE یک مادهٔ addetive (افزودنی) برای بنزین است که باعث بهسوزی می شود. قبلاً $Pb(Et)_4$ تترا اتیل سرب استفاده می شد که هم در بدن انسان تجمع می کرد هم برگ درختان را زرد می کرد پس به علت آلودگی کنار گذاشته شد. پس MTBE برای بهسوزی جانشین آن شد که عدد اکتان را بالا می برد و حالت انفجاری موتور را می گیرد در آمریکا قانونی وجود دارد به نام: Clean Air Act که میزان مواد در هوا را مشخص می کند.

علت اینکه این مادهٔ در بالای فهرست قرار گرفت این بود که مصرف بنزین در ایران بالا است و حتی در کشورهای خارجی و متانول خودش برای تولید MTBE نیاز است

سابق گازهای همراه نفت (Associated Gas) را می‌سوزاندند و این گازها هدر می‌رفتند اما این گاز را می‌شود تزریق کرد یا به متانول تبدیل کرد و فروخت.

$CH_4 \rightarrow CH_3OH$
متانول

دومین منبع گاز طبیعی.

دو نوع تزریق داریم:
missible injection (تزریق امتزاجی)
immissible (تزریق غیرامتزاجی)

کاربرد دیگر متان (گاز طبیعی) reinjection است که باعث برون آمدن نفت می‌شود.

میزان واردات و صادرات را از وزارت بازرگانی می‌گیرند و میزان تولید و مصرف را از کارخانجات (اعداد و ارقام)

آمارها غلط در می‌آید. چرا؟ اطلاعات نمی‌دهند، می‌ترسند از اداره مالیات، اگر بخواهند سوبسید بدهند بیشتر از حد مصرف می‌گویند.

این اطلاعات مبنایی برای تولید محصول می‌شود.

(ن) Profitability سود

انگیزه تولید سود است.

هدف ثانویه اشتغال زایی، محرومیت زدایی است که بخش خصوصی معمولاً دنبال این نیست. کار بخش دولتی است.

بخش خصوصی به دلیل امنیت و ریسک بالا این کار را نمی‌کند.

V.A = value added ارزش افزوده

$$V.A = P_P - P_{RM}$$
ارزش افزوده

Product Price Raw material Price

چون مقدار V.A متفاوت است معمولاً درصد آن را اندازه‌گیری می‌کنند. هزینهٔ مواد باید در نظر گرفته شود:

$$\% V.A = \frac{V.A}{P_{RM}}$$

هرچه مخرج ↓ V.A ↑

موادی که دور ریز می‌شوند V.A بالاتری دارند و اغلب آنهایی که ارزش افزودهٔ بالایی دارند سود حاشیه‌ای هم بیشتر دارند V.A ↑ P ↑

$$P = I - C$$

income costs

سود یا ارزش افزوده عبارت است از کسر تمام هزینه‌ها موجود از آن

در سود تمام هزینه‌ها را در نظر می‌گیریم.

Analytical Hierarchy Process (A.H.P)

روشی که سلسله مراتب را به صورت تحلیلی برای ما مشخص می‌کند برخی نرم‌افزارها هم expert's choice این کار را انجام می‌دهند

حال سؤال این است که بازاولیه و محصولات در کجای زنجیرهٔ تولید قرار می‌گیرد

Production chain, Link 8

صنایع بالادستی upstream	مواد حدواسط (میانی)	Petrochemical Plant (complex) پتروشیمی	زنجیرهٔ تولید صنایع پایین‌دستی Down stream industries
Raw materials	Refinery → Intermediates	→ Products	→ consumer's goods

crude oil نفتخام	Gasoline بنزین	Et اتیلن → PE	carpet	
Paraffins P	kerosene نفت‌سفید	Pr پروپیلن → PP	tube tire	
Olefins O	Gasoil	Ar آروماتیک‌ها → PS	bottle Plastic ware	
Naphtenes N	lubricants	EDC → VCM → PVC		
Aromatics A	Wax	Nacl → {NaOH, Hcl → Nacl + H2O}		
isoolefins i (PIANO)	Naphta → feedstock			
↓	مادهٔ حدواسط	خوراک پتروشیمی	C_2H_6 C_2H_4	

PIANO Analysis بررسی می‌کند چند درصد در هر شرکت هست

نفتا می‌تواند به اتیلن و یا پروپیلن تبدیل شود.

محصولات بالادست تر است ـ یا پایین دست ؟ با توجه به شرایط خودمان پایین دست بود

چندان ندارد .

پلی استن ترفتالات (PET) تبدیل به بطری می شود .

یک مجتمع پتروشیمی سرمایه زیادی می خواهد و کارخش حضوری نیست . بخش دولتی می تواند

پس بالادست سرمایه بیشتری می خواهد و ارزش افزوده بیشتری دارد چون کار اصلی

تولید Product است نه Goods

upstream سود بیشتر کم دارم هم سرمایه بیشتر

Chain Integration ┌ Horizental (?)
                  └ Vertical

به پایین کم یکم به downstream بیشتر میشه کارش

ارزش افزوده upstream بالاست اما چون مستلزم سرمایه گذاری زیاد است به Downstream تبدیل می کنیم ← هم مواد خام هم تولید .

وقتی حلقه های درونی گم است ما هیچ سودی نمی کنیم (missing link) حلقه مفقوده

این ماده خام ما را از ما می خرد . می برد تبدیل می کند دوباره به خود ما پس می دهد با قیمتی

خیلی بیشتر . پس قیمت مواد خام برای آنها ناچیز می شود .

هرچه زنجره های وسط کامل تر شود ارزش افزوده بیشتر می شود . اما ما وقتی می رویم زنجره

برای ما تولید کند زنجره وسط را از دست می دهیم و V.A کم می شود . Demand &

اگر تراز عرضه و تقاضا برقرار نباشد باید موجودی انبار (Inventory) در نظر گرفته شود

(?)

نیاز ┌ اساسی
     └ کاذب ← تولید کننده القا می کند .

برای رسیدن به احساس نیاز یک سلسله فرایند باید طی شود .

اگر کالایی موجود است و روی بهبودش می خواهیم کار کنیم کار راحت تر است . کافی است از

خریدار نظرسنجی کنیم .

برای بهبود

- Planning & Development (P&D)
- Research & (R&D)
- Design & (D&D)

در این بخش ها کسانی استخدام می‌شوند که یا مدرک تحصیلی بالاتر داشته باشد یا تجربه کاری بیشتر.

سنیاوری کردن در صنعت خیلی مهم است. هر چیزی را تا می‌توانیم باید کوچک کنیم.

بعد از کنترل یک سری از شرکت ها 3-5 درصد سرمایه خود را به تحقیقات اختصاص می‌دهند. در ایران این رقم به 10 درصد می‌رسد.

باید دنبال کاربرد برای ضایعات گردیم.

حالا که فهمیدیم چی می‌خواهیم تولید کنیم باید برویم سراغ تکنولوژی.

Process مجموعه عملیاتی که مواد اولیه را به محصول می‌رساند.

P.F.D (Process Flow Diagram)

Literature survey (Review)

یعنی در منابع اطلاعاتی موجود دنبال PFD گردیم. یک منبع اطلاعاتی:

- Kirk othmer's Encyclopedia of chemical Technology

این منبع برای تولید مواد شیمیایی است و Process Description که خیلی کلی راجع به فرمت توضیح داده هم دارد.

- SRI { WPP world's Petrochemical Program
  PEP Process Economics

WPP راجع به market Research (بازار پژوهی) است و برای کشورهای مختلف در سالهای مختلف و حتی مرجع‌های منطقه‌ای (خاور میانه و...) و بیش‌بینی در آینده هم اطلاعات داده.

اینها تحت‌عنوان مقدمه کار باید در market Research پروژه آورده شوند. به هم حیطه‌ای این ماده مناسب است؟ توسعه صادرات؟ هم هدفی؟

PEP برای پروژه خیلی مهم است.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

SRI نسبت به Kirk othmer جزئیات و تفسیر بیشتری دارد

بعد از اینها باید Data و داده های لازم برای طراحی را گردآوری کنیم. مثلاً برای راکتور نیاز به K (Kvalue) لازم است برای دستگاه جداسازی

این داده ها را از کجا بیابیم؟

1. Textbooks
2. Handbooks | Lang
   Perry
   CRC → handbook of physics and chemistry
3. Journal articles (exp. Journal of chem. Eng. Data)
   سطح بالایی دارند اما مفید هستند
   بعضی Data هستند که در دانشگاه به دست نمی آیند بلکه در صنعت به دست می آیند
4. Proprietory Data داده های انحصاری (در اختیار یک شرکت خاص است)
5. Software این اطلاعات فروشی هستند و همیشه موجود نیست
6. Estimation
   Guestimation
   حدس و گمان است (واقعی نیست)
7. Experiment اگر این هم نشد خودمان data به دست می آوریم

close

- مراحلی را که از ابتدا اول طرح تا رسیدن به تولید وجود دارد نام ببرید. صفحه ۴ کتاب table 1-1 (کتاب بسته)

(۱) نیاز احساس، مهندس شناسایی شود. a. آنالیز بازار (بازار پژوهی)
بررسی عرضه و تقاضا

(۲) برای رسیدن به این نیاز راه حل های بالقوه ای پیشنهاد کنیم

a. Literature review, patent search

patent اختراعات ثبت شده است و تا یک زمان مشخص حق انحصاری آن اختراع را دارد. اگر کسی بخواهد از اطلاعات استفاده کند باید یک پولی به آن شخص بپردازد

هر از یک ورق این اطلاعات آزاد می‌شود . ما دو شرکت SRI را نیاز داریم . PEP و WPP

در پروژه طراحی فنول می‌توانیم برای کمک گرفتن از نرم‌افزار استفاده کنیم . طراحی دستی است .

آزمایش experiment معمولاً در ۳ مقیاس انجام می‌شود :

Laboratory scale (bench)	مقیاس آزمایشگاهی	scale down ↑
Pilot plant scale (semiworks)	نیمه صنعتی	
Industrial	صنعتی	

scale up ↓

آیا وجود مرحله نیمه صنعتی لازم است ؟ (۱٪) مثلاً به دستگاه دارد . بعضی دستگاه‌ها مثل ستون تقطیر که کاملاً شناسایی شده‌اند نیازی ندارند . اما در راکتورها حتماً باید نیمه صنعتی لازم است

پس آنهایی که ستونی هستند یا اینکه دارند نیاز ندارند اما آنهایی که جامد فیلتر شده می‌خواهند

(۲٪) در مقیاس صنعتی معمولاً فرآیند continuous است اما در مقیاس آزمایشگاهی معمولاً Batch است . این تفاوت کار شیمیست و مهندس شیمی است .

در مقیاس آزمایشگاهی از ظروف شیشه‌ای با حجم کم استفاده می‌کنیم 100 mLit ، 1 Lit ، با شرایط مختلفی کار می‌کنیم به خصوص فشار محلول . حالا دما ممکن است کمی فرق کند اما شیشه تحمل فشار بالا ندارد . اما در صنعتی ظروف فولادی ، دما و فشار بالا است

پس باید یک نمونه کوچک از واحد صنعتی را بسازیم

اما اگر شرایط آزمایشگاهی با صنعتی نزدیک باشد راه‌های آزمایشگاهی قابل استفاده‌اند

و نیاز به مرحله نیمه صنعتی نیست .

هزینه و سرمایه نیمه صنعتی 0.01 سرمایه صنعتی است . پس این کار می‌ارزد .

آیا در scale down هم فشار است ؟ نیمه صنعتی را گاهی می‌شود از scale down صنعتی ساخت . با توجه به داده‌هایی که از صنعت موجود است طراحی نیمه صنعتی انجام شود .

(۳۷) ما می‌خواهیم یک تغییرات در فرآیند ایجاد کنیم. خب این منطقی نیست که تمام فرآیند را به مخاطره بیندازیم پس یک واحد نیمه صنعتی تعریف می‌کنیم

واحدهای نیمه صنعتی دو نوع اند: ۱- آزمایی که برای تحقیقاتی عمدتاً در دانشگاه‌ها ساخته می‌شود و صرفاً برای کار تحقیقاتی است. هربار مستعد نیاز مقطعات set up می‌شوند و چند منظوره هستند یعنی تنظیمات لازم برای فرآیندهای مختلف وجود دارد.

۲- آزمایی که تجاری هستند کنار واحد صنعتی یک pilot است که اطلاعات لازم برای آن انجام می‌دهند.

در مورد داده‌های کمی ۳ کمیت مهم است:

1. Accuracy صحت (دوری دارد) ⟵ calibration
2. Precision دقت
3. Replicability تکرارپذیری

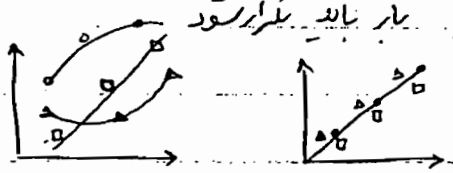
از این ۳ کمیت از همه مهم‌تر صحت است که از طریق calibration می‌توانیم تفهیم درست کار می‌کند یا نه.

مثلاً دماسنج را در داخل مخلوط آب و یخ می‌گذاریم ببینیم صفر می‌شود یا نه.

دقت لازم نیست همیشه وجود داشته باشد یعنی تا چند رقم اعشار (رقم معنی دار) داریم. در بعضی اندازه‌گیری‌ها دقت حرف اول را می‌زند.

شرط اصلی صحت است. دقت بدون صحت فایده ندارد.

آزمایشها باید تکرار شوند. در مهندسی شیمی حداقل ۳ بار باید تکرار شود

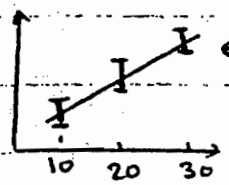


علت منطبق نشدن داده‌ها چیست؟ ← سؤال

1. instrumental error خطای دستگاهی
2. خطای شخصی

(3) ارتعاش و تغییرات شرایط عملیاتی داشته باشیم . مد خطای محیطی

در حالتی که خطا دارد یک شکل متوسط رسم می‌کنند بعد error bar مشخص می‌کنند



$c_p = a + bT$

$c_p = a + bT + cT^2$

انها هم 2.b دارند

(3/5) طراحی مقدماتی ← a مشخص کردن واسنس های شیمیایی ، حرارتی و شرایط عملیاتی

HSE : Health Safety Environment ↓ .b

خطراتی که سلامتی ، محیط زیست و ایمنی را به خطر می‌اندازد . دو مورد سلامتی و ایمنی بیشتر در کارخانه بررسی می‌شود و این مورد جدیداً اضافه شده به خصوص بعد چرنوبیل (راکتور اکسید بود که زود هسته‌ای باعث پراکنده شدن تشعشعات شد و دام‌ها و انسان را تحت تأثیر قرار داد) ، در آمریکا هم یک راکتور به حد melt down نزدیک شد ، در هندهم یک کارخانه شیمیایی منطقه سازند .

اگر مواد قابل اشتعال داریم باید از هر گونه جرقه‌ای جلوگیری شود . هر آنچه را باید مطالعه کنیم خواص و روند کار یعنی بدانیم آن را چطور هدایت کنیم .

از نظر محیط زیست ضایعات گاز وارد اتمسفر و پساب وارد آب و خاک می‌شود و حاوی‌ها دفن می‌شوند .

روش دهنده های الکترواستاتیک ، فیلترها و ... کمک می‌کنند

باید روشهای تصفیه و دورریز را هم بدانیم .

(4/11) آنالیز سودهی یعنی میزان سود را حساب کنیم .

$P = I - C$

profit سود income cost

ملاکهای مختلف برای سودهی داریم یکی از آنها ارزش افزوده است .

اما ملاک خوبی نیست؟ چون فقط مواد خام را در هزینه‌ها لحاظ می‌کند . $V.A = P_P = P_{RM}$

ملاک اول بهتر است چون تمام هزینه‌ها شامل نیروی کار ، مواد خام و ... را در نظر می‌گیرد

اگر بسود منفی باشد که اصلاً رد می‌کنم. اگر کم بود باز هم قبول نمی‌کنم. از همان بالا تا

آخر قابل قبول و feasibility (امکان سنجی و ممکن بودن) می‌دانم.

بین این فرز داد رد می‌کنم. اگر خوب بود می‌رویم مرحله بعد. اینجا فرز کنیم بهتر از این است

که بعد از ساخت کارخانه تازه فرز کنیم.

(۵) پالایش داده‌های طراحی a. استفاده از نرم افزارها مثل Aspen

b. اگر شک داشتیم یا Data نداشتیم باید متوصل به آزمایش شویم.

(۶) طراحی تفصیلی ← مفصل و با جزئیات کامل Preliminary design طراحی مقدماتی

منظور تر است " detailed طراحی تفصیلی

تفاوت طراحی تفصیلی و مقدماتی

طراحی مقدماتی شامل فضاحت حداره ، تعداد سینی ها ، فاصله سینی ها است که فقط سایز

ستون تقریبا بدست آید. اما طراحی تفصیلی تمام جزئیات و اندازه های کنش های مختلف ،

سیستم های کنترل دما و فشار و محل قرارگیری آنها و فلانگ و محل وارد شدن آن ،

زمان اقامت ، نوع reboiler ، وجود یا عدم وجود sidestream ، جنس پوسته

و سینی ها و ... را شامل می‌شود.

a. مشخص کردن حالت پایه. ممکن است چندین راه برای تولید یک ماده وجود داشته باشد

یک حالت را منظور می‌کنم و آن خلوی می‌رویم.

b. PFD ولی نه از Kirk Othmer بلکه با جزئیات دقیق مثلاً با نرم افزار یا

SRI

c. یکپارچه سازی و بهینه سازی فرآیند. یک equipment Design دارم یک Process Design

یعنی علاوه بر تصفیه باید برج کنش اجزا روی هم را هم بدانم مثلاً فلانگ ها این

می‌شود integration یا یکپارچه سازی. بهینه سازی یعنی بهترین دما و فشار

و جریان ها و ...

d. راجع به کنترلرها صحبت می‌کند. چه نوع کنترلری و کجا قرار بدهیم؟

e. اندازه قطعات با جزئیات

f. تخمین (برآورد) هزینه سرمایه گذاری

هیچگاه نمی‌توان دقیق گفت حتی تا دقیقه آخر.

(۷٪) برآورد هزینه اقتصادی فرایند (تکرار مرحله ۴) یعنی ارزیابی دوباره امکان پذیری فرایند حول با طراحی تفصیلی شرایط دقیق‌تر شده و ممکن است فرق کرده باشد.

(۸٪) HSE آیا از نظر ایمنی، سلامت و محیط زیست فرایند قابل قبول است یا نه. معمولاً در این مرحله اصلاح می‌کنند. رد نمی‌کنند.

(۹٪) تهیه گزارش طراحی (فصل ۱۲) مرجع نویسی خیلی مهم است. اگر ارجاع ندهیم می‌شود plagiarism (سرقت ادبی!)

این خیلی مهم است چون ممکن است یک ط خوب بد عرضه شود یا برعکس یک ط بد خوب عرضه شود که هر دو بد است.

(۱۰٪) تکمیل طراحی a. layout نقشه جایی است یعنی سایت صنعتی را مشخص بندی می‌کنند. tankfarm، خنک انبار، utility و... این طراحی تفصیلی است فواصل تجهیزات از هم باید مشخص شوند. نقشه‌ها هم نقشه‌های سطح است هم ارتفاع (elevation).

specification sheet برگه مشخصات که شامل فشار، دما، قطر لوله‌ها، طول آنها و... کلاً چیزی که بشود از روی آن دستگاه را ساخت.

b. P & ID یعنی Piping & Instrumentation Diagram.

در طراحی مقدماتی می‌گوییم افت لوله داریم پس افت هزینه داریم. اما در طراحی تفصیلی باید یک نقشه لوله‌و... بدهیم. اتصالات، شیرها، فاصله‌ها و...

این بخش را معمولاً مهندس مکانیک انجام می‌دهد.

instrumentation (ابزار دقیق) عموماً خود ابزار و وسیله کنترلی آن است یعنی مثلاً دماسنج و کنترلر دما.

c. Invitation to Bid (ITB) دعوت به مناقصه یا دعوت به مزایده.

اگر می‌خواهیم بفروشیم مزایده اگر می‌خواهیم بخریم مناقصه. هردو در انگلیسی Bid گفته می‌شوند.

برای جلوگیری از زدوبند می‌گویند معمولاً باید حداقل ۳ پیشنهاد خرید باشد.

پایین‌ترین قیمت صددرصد بهترین انتخاب نیست. خدمات پشتیبانی (گارانتی) مهم است
تضمه را تعمیر یا تعویض می‌کنند یا نه. وگرنه واحد ما می‌خواند.
ضمانت خیلی مهم است. ممکن است کیفیت هم خوب باشد ولی ریسک دارد.
dumping کاری که چین می‌کند مقدار زیادی کالا را با قیمت خیلی پایین
وارد بازار می‌کنند. این روش غیرقانونی تضمین بازار است
counterfeit ← کالای تقلبی

Made in Germany اولین بار از اینجا آمد که کیفیت کالاهای آلمانی بد بود.
پس قیمت خوب و خدمات پشتیبانی را باید بررسی کنیم.

آیا هرچیزی داخل تولید می‌شود نباید از خارج وارد کنیم؟ آخر صنعت داخلی هیچ
ضمانتی نمی‌دهد که اگر خراب شد چه کار کنیم چون پشتوانه‌ای ندارد.

(۱۱) Procurement (تدارکات) ← داخلی: خودمان تولید می‌کنیم
خارجی

برای خارجی باید استعلام قیمت (Price quotation) را انجام دهیم.
به صورت سال می‌شوند:

انواع قیمت‌ها:
- f.o.b free on board — تحویل در مبدأ
- c & f cost and freight — تحویل در مقصد
- c if cost and insurance frieght — تحویل در مقصد + بیمه

در اولی حمل و نقل با خودت است. در دومی می‌آورد بدون بیمه در سومی با بیمه است که اگر
حین حمل خسارت دید ضرر نکنیم.
نفت‌کش‌های ایران در زمان جنگ بیمه ابوالفضل بود!

(۱۲) در نمازهایی که مهندسین سنتی در آن نقش کمکی دارند، این نظرات را استفاده کنیم.

Shake down runs

(۱۳۰) startup و تولید آزمایشی باید ببینیم اصلاً محصول با آن کیفیت و خلوصی که ما می‌خواهیم تولید شده یا نه.

راجع به هرکدام از بخش‌ها اطلاعات را باید باشیم. قیمت‌های استعلامی به چند طریق بیان می‌شوند؟ (۳ نوع)

صفحه 7 Profitability Analysis of Investments

آنالیز سوددهی سرمایه‌گذاری هدف اولیه از تولید سودده است

major function وظیفه اصلی مدیران بخش بازاریابی و پوشش دادن سود دراز مدت صاحبان و سرمایه‌داران است

بهره وام بانکی، بیمه، استهلاک تجهیزات، مالیات و هزینه‌های تولید از سیالیت اعمال نظری شرکت می‌کاهد پس قبل از هرکاری باید تمام Alternative ها را بررسی کنیم.

چند راه وجود دارد:

۱) پول را سکان نگه داریم، پول دارای ارزش زمانی است (time value) و به مرور زمان در اثر تورم (inflation) ارزش آن کم می‌شود.

۲) سپرده‌گذاری مثلاً به مدت زمان سپرده‌گذاری و بهره و سود آن دارد. از این جهت خوب است که ریسک کمی دارد (پول پیش بانک است) اگر سود نسبت به نرخ تورم جامعه بیشتر باشد خوب است.

اگر تورم نرخ ۱۵ درصد داشته باشد و ما ۱۸ درصد گیریم خب سود کرده‌ایم.

حالا بانک این سرمایه‌های ما را که جمع کرد در یک کاسه ریخت وام می‌دهد به صاحبان سرمایه.

از ما که می‌گیرد بهره ۱۸ درصد می‌دهد به آنها می‌دهد بهره 30 درصد می‌گیرد.

راه چاره اوراق مشارکت است. می‌آید بانک را bypass می‌کند و راه وسط را می‌رود.

اوراق مشارکت تحت نظارت و تأیید بانک مرکزی است.

وقتی شریک کارخانه می‌شوی در سود و ضرر آن هستی ~~اما وقتی سهام می‌خرم فقط~~

اوراق مشارکت ← در سود و ضرر
سهام ← فقط در سود

در سود آن سهیم هستم . البته اولین اوراق را بانکها می خرند ! الان بانکها از خرید اوراق مشارکت دست اول منع شده اند .

مزیت آن این است که نوسانات ۳۰ ـ ۴۰ درصد ندارد روزانه

جنس آن این است که هرلحظه می توانم آن را بفروشم اما در بانک نه حساب بانکی تا به مدتی نباید دست بزنم

خرید املاک و مستغلات همیشه خوب است چون کالاییست که مستهلک نشود . البته باعث مستهلک می شود اما زمین نه . منبع افزایش قیمت ساختمان ها به علت زمین آنهاست نه مصالح آنها

دولت ایران تولید حماقت است دلایل ؟

۱ قوانین دولتی و نوسانات قانون

۲ سود در مقابل هزینه های دیگر زیاد نیست

حماقت دولت این است که باید به دولت مشخص در یک بازه زمانی (Period) خاص تعرفه گمرکی را کم کند . و ما در این مدت باید خودمان را (صنعت داخلی) به بازار رقابت برسانیم . اگر نرسیدیم حذف می شویم .

حماقت بی جا وابنکه شما تولید کن مردم هم باید بخرند . انگیزه ای برای پیشرفت ایجاد نمی کند .

ریسک پذیری روی سودی که انتظار داریم مهم است . اگر محصول جدید نباشد و بازار از آن اشباع باشد سود زیادی ندارد . اما ریسک می کنم کالا وارداتی بوده می ریم آزمون و خطا می کنیم شاید هم به تکنولوژی نرسیم . شاید نرسیم . شانس ما قانون ها به نفعمان باشد واردات قطعه بسته شده باشد و سود کنیم . اگر قانون عوض شود و واردات آزاد شود سود نمی کنیم . گاهی اصلاً ممکن است به کیفیت مناسب نرسیم .

اگر risk کم است توقع از سود باید کم باشد اگر می توانیم ریسک را بپذیریم ممکن است سود کنیم یا ضرر .

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

optimum design :

optimum economic design

" operating "

انواع optimum

هدف نهایی طراحی بهینه سازی اقتصادی طرح است : یعنی از نظر فرآیندی بهینه شود تا از نظر اقتصادی هم بهینه شود .

optimization ← maximization (profit) بیشینه سازی
minimization (costs) کمینه سازی

↑ P = I − C ↓

باید تابع هدف (objective function) مشخص باشد .

univariate : یک متغیره

$y = f(x)$

dependent (output) ← y
independent variable (input) → x

example: y = profit , x = cost

$y' = \frac{df}{dx} = 0$

$y'' = \frac{d^2f}{dx^2} \begin{cases} <0 \\ >0 \end{cases}$

اگر غیر از cost متغیرهای دیگر هم باشد چند متغیری شود :

multivariate : چند متغیره $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$

$\frac{\partial f}{\partial x_1}\Big|_{x_2, x_3, \dots}$ $\frac{\partial f}{\partial x_2}\Big|_{x_1, x_3, \dots}$ $\frac{\partial f}{\partial x_3}\Big|_{x_1, x_2, \dots}$

$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}$ ...

آیا می‌شود هزینه تابع فقط یک متغیر باشد یا همیشه چند متغیره است ؟
می‌تواند یک متغیره هم باشد اما معمولاً چند متغیره است .

در عملیات واحد I یک total Reflux داشتیم یعنی N_{min} و یک R_{min} یعنی N_∞ اما هیچ کدام از این دو حالت به درد ما نمی خورند. R_{opt} خوب است که:

$R_{opt} = 1.3\ R_{min}$ or $1.25\ R_{min}$

این نوعی بهینه سازی است.

بهینه های موضعی Local optima

بهینه های کلی Global optimum

روشهای مختلف بهینه سازی (پروژه اختیاری) روش کلوپتم ژنتیک

مثلاً یک مقاله که یک فرآیند به خصوص را به صورت casestudy بهینه کرده

دو مشکل سرعت و دقت در بهینه سازی وجود دارد.

روشهای سریع ممکن است همگرا نباشند و پایدار نیستند.

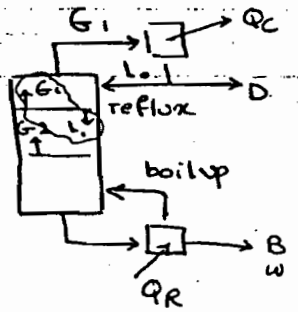
روشهای سخت interval having ها پایدار هستند اما کند هستند.

Panning مثل؟

یعنی که می خواهیم بهینه آن را به دست آوریم یا سود است یا هزینه اگر هزینه کم شود سخت به افزایش سود می شود.

کمینه کردن هزینه ها و بیشینه کردن سود متراف اند.

در عملیات واحد هزینه ها تابع متغیر reflux ratio اند. (یک متغیره)



هرکدام جریانهای reflux و boil up می توانند منفی باشند اما معمولاً بالای برج را در نظر می گیرند.

reboiler همواره partial است اما cond. می تواند total یا partial باشد.

default حالت total cond است چون محصول را مایع می خواهیم. هزینه جاکای وسیله پمپ راحت تر است و در مخزن حجم کمتری اشغال می کند.

اگر نخواهیم فرستیم به یک برج دیگر گاز خارج می کنیم.

اگر یک قسمتی را مایع بخواهیم یک قسمتی گاز از حالت mixed con. استفاده می‌کنیم

external reflux ratio $R = \frac{L_0}{D}$

internal $= \frac{L_0}{G_1} = \frac{L_1}{G_2} = \frac{L_2}{G_3} = \dots = \frac{L}{G}$

شیب خط عملیاتی بالای برج

Total reflux $F=0$ $D=0$ $B=0$ $R = \frac{L_0}{D} = \infty$ external $G_1 = L_0 + D$

internal $\frac{L_0}{G_1} = 1$

Minimom reflux R_{min}

حداقل R_{min} است که نمی‌تواند صفر باشد. چرا؟

حالت total reflux هم عملی نیست. یک خوراک وارد می‌کنیم شیر محصول و خوراک را می‌بندیم. مدار خوراک را می‌چرخانیم تا به حالت steady state برسیم. این عملی نیست چون فرآوری نداریم. باید بالاخره باز کنیم. این حالت معادل سنی‌های حداقل است.

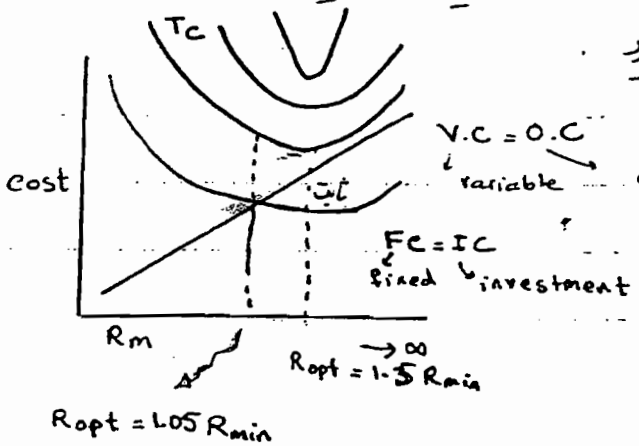
حالت reflux = 0 امکان‌پذیر نیست. چون وجود R الزامی است اگر نباشد نمی‌شود. باید یک عاملی باشد که باعث شود نمودار ① بگردد و ② از دست بدهد پس حداقل R_{min} است.

$$R_{min} \leq R \leq \infty$$

در صنعت بیشتر خوراک‌های ستون تقطیر مایع هستند. اگر نهایت سنی هم داشته باشیم چون حریمهایی که روی یک سنی می‌زنند composition یکسانی دارند عملاً جداسازی صورت نمی‌گیرد.

$R = \infty \Rightarrow N_{min}$

$R_{min} \Rightarrow N \to \infty$



وقتی از ∞ داریم می‌رسیم به یک مقدار محدود هزینه یکباره کم می‌شود (در F.C) بعد
دفعه از مقدار محدود بیشتر به مقدار محدود کمتر افتادی هزینه کم نمی‌شود و دیگر ثابت می‌ماند:
کاهش مقدار سبین با افزایش اندازه heat exchanger و تفریج برابری می‌کند
و از جایی به بعد هزینه برج و heat exchanger می‌چربد.

T.C حساسیت آنچنانی نسبت به R ندارد و شبیه شکل پایین است.
R از 1.05 R_{min} < R < 1.5 R_{min} T.C را زیاد تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. به همین دلیل
وسط 1.3 را می‌گیریم ولی R بهینه واقعی 1.05 است.

برای برجهای کوتاه 1.5 R_{min} برجهای خیلی بلند (100 سینی به بالا) 1.05 R_{min}
برجهای متوسط (30-70 سینی) 1.3 R_{min}

مثال کتاب: یک سیالی را می‌خواهیم از یک نقطه به نقطه دیگر ببریم بهترین قطر برای لوله
چیست؟

A ——— B D_{opt} = ?

$q = 250{,}000 \frac{bbl}{day}$

قطر: افت فشار، ولی به جنس لوله
↓
سرعت سیال

1 bbl = 1 barrel = 42 gal = 160 L

1 gal (US) = 3.8 L

v در چه محدوده‌ای قرار گیرد؟

$0 \leq v \leq v_{sonic}$

Reasonable, Economic Velocity: سرعت معقول، اقتصادی

استفاده ✗
Liquid: 10 $\frac{ft}{s}$ ≃ 3 $\frac{m}{s}$ (3-10 $\frac{ft}{s}$)
✗
Gas: 100 $\frac{ft}{s}$ ≃ 30 $\frac{m}{s}$ (20-250 $\frac{ft}{s}$)

این اعداد را به خاطر بسپارید چون ممکن است در امتحان کاربرد داشته باشد.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

اگر دما و فشار گاز را به ما ندادند متعارف: $T=25^{\circ}C$ $P=1atm$

اگر خاصیتی ... رنج دمایی متوسط را می‌گیریم.

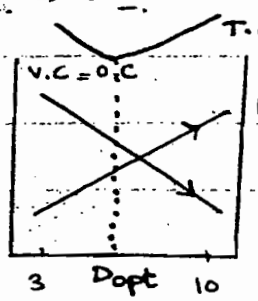
اگر خواص فیزیکی برای ماده‌ای را ندادیم نزدیکترین ماده به آن را بگیریم. هم سولفولی مهم است مهم دستهٔ ماده است. آروماتیک بودن و...

$$V=\frac{q}{A} \rightarrow \frac{ft^3}{s}$$

$$A=\frac{q}{v} \Rightarrow A=\frac{\pi D^2}{4}$$

(q: دبی، v: داده‌ایم)

با افزایش قطر هزینه‌های ثابت افزایش پیدا می‌کند. حول و در درصد اول ورق بشتر و وزن بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.



هزینه سرمایه‌گذاری (خرید اولیه)

هرچه قطر لوله بیشتر میزان افت فشار و احتمالاً کمتر و برق مصرفی کمتر و O.C کمتر خواهد بود.

O.C = Operating cost = V.C = variable cost.

از این دو D_{opt} به دست می‌آید. کمترین هزینهٔ کل را می‌خواهیم.

$$T.C = V.C + \frac{F.C}{U.L} \quad \left(\frac{\$}{yr}\right)$$

این هزینه‌ها عموماً Annual (سالیانه) هستند. ($)

U.L: Useful Life (yr) عمر مفید

می‌شد U.L را در V.C ضرب کرد ولی عمر مفید مربوط به V.C مثل پمپ و برق نیست بلکه مربوط به لوله است.

عمر مفید شکلی به جنس لوله و سیال عبوری از آن یعنی خاصیت‌های فیزیکی سیال به خصوص خاصیت خورندگی و دما و فشار عملیاتی دارد.

استهلاک پیش‌بینی شده (عمر مفیدی که ما پیش‌بینی می‌کنیم) با استهلاک واقعی فرق دارد.

هزینهٔ استهلاک با هزینهٔ تعمیر و نگه‌داری فرق می‌کند.

تعمیر و نگه‌داری یک کار مشکل است که برای سرپا نگه‌داشتن واحد انجام می‌شود ولی استهلاک تهنیهٔ اقتصادی است.

مثال کتاب: $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[T_{opt}=?]{V_2O_5} SO_3$

ما معمولاً با تابع‌های چند متغیره سروکار داریم.

$\%conv = f(T, P, RPM, cat)$

در فاز گاز معمولاً فرض ۰ کاتالیست نداریم و فشار هم است.

در فاز مایع معمولاً فشار نداریم.

Local optima

Global optimum

در مورد واکنش‌های چند پارامتر را می‌شود بهینه کرد:

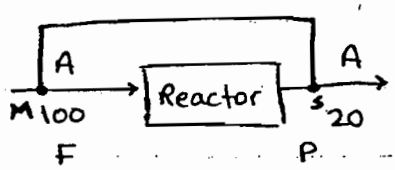
Conversion

Yield

Selectivity

باید ببینیم هدف بهینه کردن چیست؟

$$\text{conversion} = \frac{\text{consumed}}{\text{available}}$$

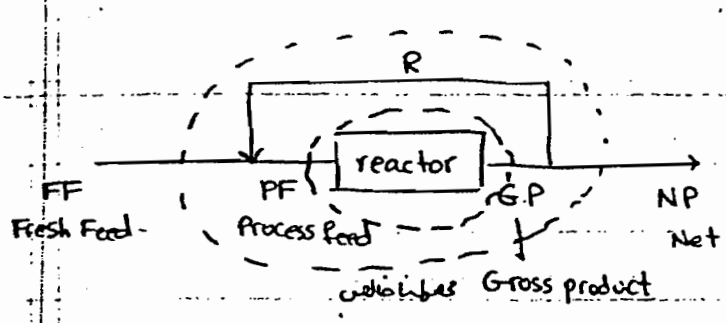


$$\%conv = \frac{n_A^F - n_A^P}{n_A^F} = \frac{100-20}{100} = \frac{80}{100} = 80\% = 0.8$$

که می‌تواند مولی یا جرمی باشد. اگر فرض کنیم برای SO_2 مقادیر 100 و 20 مولی بوده‌اند برای اینکه جرمی شوند صورت و مخرج در جرم مولکولی SO_2 ضرب می‌شود که ساده می‌شوند.

SPFC, single pass fractional conversion (once through)

OFC & overall fractional conversion



$PF = FF + R$ خوراک راکتور

$G.P = NP + R$

$$\frac{n_A^{PF} - n_A^{GP}}{n_A^{PF}} = SPFC \quad *$$

$$\frac{n_A^{FF} - n_A^{NP}}{N_A^{FF}} = OFC \quad *$$

همین conversion را می‌شود برای هرکدام از مواد واکنش دهنده تعریف کرد. ما معمولاً مواد را به اندازهٔ استوکیومتری وارد نمی‌کنیم بلکه کمی بیشتر وارد می‌کنیم.

Limiting reactant ماده محدودکننده

Excess reactant ماده اضافی

ماده‌ای که به وفور هست و ارزش اقتصادی زیادی ندارد را به عنوان excess وارد می‌کنند

آیا وقتی اکسیژن را به عنوان ماده اضافی وارد کنیم یعنی SO_2 کامل مصرف می‌شود؟ خیر این کار را که می‌کنیم مطمئن هستیم گذشت O_2 باعث توقف واکنش نمی‌شود درضمن بااین کار از انجام واکنشهای جانبی و بهتر محصولات جانبی جلوگیری می‌کنیم حول SO_2 هرجا می‌رود دور خودش O_2 می‌بیند و دیگر فرصتی برای واکنش دیگر ندارد.

اگر درصد تبدیل را برای ماده محدودکننده بیان کنیم درجه تکمیل و اگر برای ماده اضافی درجه تبدیل نامیده می‌شود.

degree of completion ← degree of conversion

برای واکنشهای کامل درجه تکمیل $\equiv 1$ است.

$$yield = \frac{Product}{Reactant}$$

این یک حدی و سولی فرق می‌کند چون برای دو ماده متفاوت است.
در جامد و مایع معمولاً حدی بیان می‌شود

① اگر فقط یک محصول داشته باشیم بازده مولی و تبدیل ② در صورتی که بر مبنای مولی بیان شود و ③ ضرایب استوکیومتری محصول و واکنش دهنده برابر باشد، برابر می‌شوند

$$selectivity = \frac{desired\ Product}{undesired\ Product}$$

$$selectivity = \frac{desired}{total}$$

وقتی مطرح می‌شود که واکنش جانبی داشته باشیم. selectivity

main by / co product

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow \underset{side}{CO} + H_2O$$

ماده‌ای که به دنبال تولید آن هستیم main product و ماده‌ای که در کنار main تولید می‌شود by product است و ماده‌ای که در واکنش جانبی تولید می‌شود side product نامیده می‌شود.

* حدی تشکیل by product را می‌شود گرفت. در مقابل هر مول CO_2، دو مول H_2O تولید می‌شود اما حدی تشکیل side را می‌شود گرفت.
دنبال تولید هرکدام هستیم آن می‌شود main.

$$Selectivity = \frac{CO_2}{CO} \quad or \quad \frac{CO_2}{total} \times \frac{consumption}{available}$$

↓

این تعریف را اگر در درصد تبدیل ضرب کنیم yield (بازده) را به ما می‌دهد.

در مثال کتاب conversion را بهینه کرده . اول باید ببینم واکنش یک طرفه است یا دوطرفه انجام پذیر هست یا نه ، با چه سرعتی انجام می‌شود .

$$SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \underset{k_r}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} SO_3$$

به علم ترمودینامیک و سینتیک نیاز داریم .

ΔG { <0 spontaneous — آنی
=0 Equilibrium — آنی
>0 No chem rxn, reverse rxn — یعنی به تعادل رسیده

اگر یک طرفه باشد یعنی بیشتر لزومی پیش نمی‌رود اگر دو طرفه باشد

اگر یک طرفه باشد واکنش انجام نمی‌شود اگر دوطرفه باشد یعنی واکنش برگشت انجام می‌شود .

از کجا بفهمیم یک طرفه است یا دوطرفه ؟
معمولاً می‌گویند نمک و گاز در محصول به معنی یک طرفه است .
اگر در حالتیکه غلظت ها بر حسب هر واحدی ثابت شده اند به محتویات کلوپ مقداری از محصول یعنی SO_3 را اضافه کنیم و باقی بماند یک طرفه است اگر تجزیه شد و مجدداً غلظتها را ثابت کرد دوطرفه است .
علم ترمودینامیک علاوه بر انجام پذیر بودن یا نبودن ΔH را هم به ما می‌دهد .

ΔH_{rxn} { <0 exothermic
=0 no effect → هیچ اثر گرمایی ندارد . نه گرما جذب می‌کند نه می‌دهد (نادر است)
>0 endothermic

$\Delta G = -RT\ln K$ * ΔG به ثابت تعادل وابسته است .

بزرگ $K = e^{-\frac{\Delta G}{RT}}$ بزرگ $K = \frac{k_f}{k_r}$

از دیدگاه ماکرو حالت سکون را تعادل می‌گویند از دیدگاه میکرو مقداری واکنشهای رفت و برگشت

$$K_c = \frac{C_{SO_3}}{C_{SO_2}\, C_{O_2}^{1/2}}$$

عبارت درست‌تر استفاده از اکتیویته است نه غلظت

$$K_a = \frac{a_{SO_3}}{a_{SO_2}\, a_{O_2}^{1/2}} \qquad a = c\gamma$$

ضریب اکتیویته ← ideal ← 1

برای واکنش‌های فاز گاز معمولاً از فشار جزئی استفاده می‌کنند:

$$K_p = \frac{P_{SO_3}}{P_{SO_2}\, P_{O_2}^{1/2}}$$

که درست‌تر استفاده از فوگاسیته است.

$$K_f = \frac{f_{SO_3}}{f_{SO_2}\, f_{O_2}^{1/2}} \qquad \phi = \frac{f}{P}$$

$$\hat{f}_i = y_i \hat{\phi}_i P = \hat{\phi}_i P_i$$

اگر ایده‌آل باشد فشار جزئی و فوگاسیته برابرند $P_i = y_i P$

$\Delta G < 0 \Rightarrow K > 1$

$\Delta G = 0 \Rightarrow = 1$

$\Delta G > 0 \Rightarrow K < 1$

طبق رابطه * :

سینتیک k_p و K_r را به ما می‌دهد:

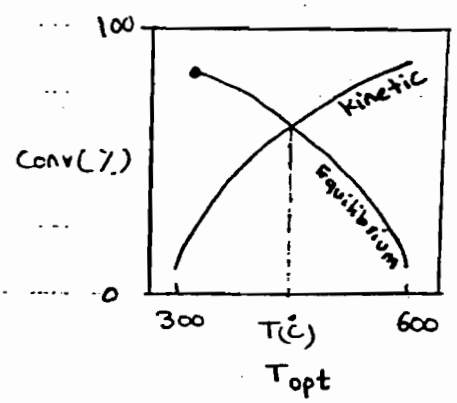
$$k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}} = \frac{k_0}{e^{\frac{E}{RT}}}$$ (?)

بزرگ نوشته

اثر دما هم بر ثابت تعادل هم بر ثابت سرعت واکنش دیده می‌شود

(?) $\uparrow T$ در مخرج $\Leftarrow \downarrow K$

$\uparrow T \Leftarrow \uparrow k$



تبدیل بیوشیمیایی با افزایش دما، افزایش می‌یابد واکنش سریعتر می‌شود (k کوچک)
تبدیل ترمودینامیکی با افزایش دما کاهش می‌یابد (K بزرگ)

نقطه بهینه محل برخورد دو نمودار است چرا؟

دردهای پایین‌تر واکنش کندتر، زمان اقامت بیشتر، وحجم راکتور بیشتر، بازده یا تبدیل تعادلی max است.
در دهای بالاتر واکنش سریع است و بازده تعادلی پایین است و محصولات ناپایدارند. دردهای
دراولی زمان انقدر کافی نبوده که max واکنش را داده‌اند. بالا محصولات سریع تجزیه می‌شوند.

درنقطه برخورد هم سرعت خوب است هم پایدار است
ولی در نمودارهای هزینه محل برخورد معنی خاصی نداشت.

مثال تعیین صحت بهینه عالیق (سؤال امتحان) فرمول یا جدول یا ...

ROI (return on Investment) برگشت سرمایه
RRI (Rate of return on Investment) نرخ برگشت سرمایه

$P_1 = 2\times10^6$ $I_1 = 4\times10^6$
$P_2 = 20\times10^6$ $I_2 = 100\times10^6$

$$ROI = \frac{P \rightarrow \text{Profit}}{I \rightarrow \text{investment}}$$

اشکه سود یک کارخانه بیشتر بوده ملاک انتخاب نیست. این سود در قبال چه سرمایه‌ای به وجود آمده؟

$$ROI_1 = \frac{P_1}{I_1} = \frac{2}{4} = 50\% \qquad P.P_1 = 2\ yr$$

$$ROI_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{20}{100} = 20\% \qquad P.P_2 = 5\ yr$$

این تعریف فعلاً خام است. در فصل 6 کامل خواهد شد.

$$V.A = P_P - P_{RM}$$

$$\%V.A = \frac{V.A}{P_{RM}}$$ چون برای مواد مختلف قیمت مواد خام فرق می‌کند

$P = I - C$ (I: income)

اگر ۱۵۵ میلیون دلار داریم و سود ۴ میلیون دلاری بیشتر است آیا منطقی است 25 تا واحد ۴ میلیون دلاری بزنیم؟ سنگی به تقاضای بازار دارد. بودجه هم فقط این دو گزینه را که نداریم گاهی خود اداره سودده نیست ولی در تکمیل زنجیره‌ای به کار رود کم سودده شود

P.P (Payout Period) $P.P = \frac{1}{ROI}$

R.O.E (Return on Equity)

Equity یعنی بدهی. لازم نیست سرمایه لازم برای احداث واحد صنعتی یا طرح را خودمان داشته باشیم. وام می‌گیریم ما دانش فنی داریم

Feasibility study امکان‌سنجی و بررسی عملی بودن طرح است

فقط ۴ میلیون دلار از بانک گرفتیم باید با سودش به بانک برگردانیم

$$ROE = \frac{P}{E}$$

↓

مجموع سرمایه و مقدار سودی که باید به بانک برگردانیم

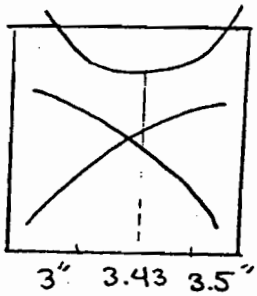
$P_1 = 2 \times 10^6$

$I_1 = 4 \times 10^6$ $\Rightarrow$ $E_1 = 6 \times 10^6$ $\quad ROE_1 = \frac{2}{6} = 33\%$

بررسی بعضی بدیهیات 8

فرض کنیم قطر بهینه ما 3.43 in درآمده ولی در بازار این اندازه موجود نیست. 3 و 3.5 است.

به صرفه نیست سفارش بدهیم برای ما بسازند. گران می‌شود.



" استفاده از تجهیزات استاندارد.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

۲) هر عددی در می آوریم گزارش نکنیم.

$Q_c = 2,354,546.118$

☺ عموماً می خندند

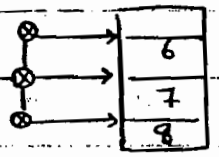
$Q_c = 2.300 \times 10^6$ significant number ارقام معنی دار

ارقامی که دقت ندارند را گزارش نکنیم.

۳) - ایجاد انعطاف پذیری لازم در طراحی (flexibility)

مثلاً سنی خوراک 7 درآمده. بهتر است امکان ورود خوراک به سنی های 6 و 8 هم باشد

محل تقاطع خط عمودی بالا و پایین



هزینه ای نمی برد

ممکن است دما و فشار تغییر کند (حتی دما و فشار محیط)

ترکیب نسبی خوراک تغییر کند و سنی 7 دیگر سنی خوراک نباشد.

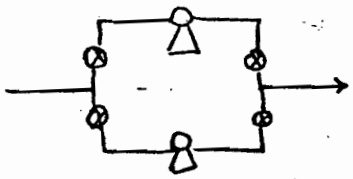
از یک سنج دیگر خوراک بگیریم.

۴) تمام تجهیزات ارزان قیمت نیز باید یک رادیته باشند مثل پمپ

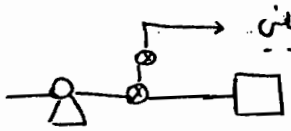
↓

Back-up

به خصوص پمپها که نشتی ایجاد می شود، پره ها خراب می شوند و چون با سیالات در تماس اند خورده می شوند.

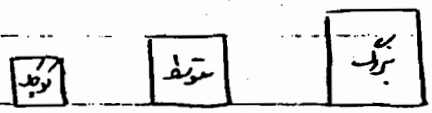


۵) برای جریاناتی که احتمال خطر دارند همیشه by-pass بگذاریم که یا در مخزن جمع شود یا بسوزند. که بتوانیم اگر یک دستگاه در حالت خطر بود آن را خارج کنیم که به بعدی صدمه نزند.



۶) محل دسترسی کنترلرها و شیرهای کنترل باید مناسب باشد که اپراتور بتواند سریع کنترل کند.

عرضه می‌کنیم بهتر است به اندازه های مختلف باشد



کوچک هزینه بیشتری دارد اما بهتر است چون کوچک نیاز اندیشتری را تأمین می‌کند.

فصل سوم
فصل دوم 8 Process Design Development

ص 67 کتاب ① هیچ طرحی موجود نیست و آن را به وجود می‌آوریم ② یک طرح موجود را توسعه می‌دهیم هردوان عمل Development است

در این صفحه 67 انتخاب Data Base را گفته Literature review مرور بر منابع اطلاعاتی است پاراگراف اول 68 راجع خوب گفته.

1. Chemical Abstracts

خلاصه یا چکیدهٔ مقالات در رابطه با شیمی یا مهندسی شیمی است که به ۳ شکل نمایه می‌شود

نمایه موضوعی subject index

نمایه طبق نویسنده Author index

نمایه طبق فرمول شیمیایی ماده substance index

اگر بدانیم چه افرادی در آن زمینه هستند نوع دوم راحت تر است اما برای ما که موضوعی است نمایه اول بهتر است.

اصل مقاله لازم نیست.

H.W آینده : یک خلاصه مقاله در رابطه با تنزل ترجیحاً مرتبط تولید آن . مفید بودن به جدید بودن ارجح است. chemical Abstract ها به صورت سالیانه Annual یا ده ساله Decennial است . مال دانشکده فنی ناقص است. بهتر علوم است و از همه کامل تر داروسازی.

S145g

Title:

Authors:

Address: که کامل و اصل آن را پیدا کنیم.

Lang:

Abstract:

کتابخانه های دانشگاههای مختلف به هم سرویس میدهند . Interlibrary loan

با توسط internet و سایتهایی مثل Elsevier .

2 engineering index

3 Applied science & Technology index

4. Science Ciatation index.

SRI نتایج طراحی و شرح فرآیند دارد اغلب Kirk جزئیات کمتر با حجم بیشتری از مواد دارد .

industrial chemistry همان مهندسی شیمی است .

برای پروژه شبیه سازی صرف نمیتوان اقدام کرد . می توان برای کمک کردن استفاده کرد .

DECHEMA بانکی است که در رابطه با ترمودینامیک اطلاعات خوبی دارد

V.L.E : Vapor-liquid Equilibrium

L.L.E : liquid-liquid Equilibrium

اکثر سیستمها دوجزئی است بعضی سه جزئی و معدودی چهار جزئی .

Chemical Market Reporter : برای مواد خام و محصول

گزارشگر بازار مواد شیمیایی . اینکه مواد اولیه فنول را چقدر می توانیم بخریم و چقدر می توانیم فنول تولیدی را بفروشیم .

Utilities : برای خدمات جانبی (برق ، سوخت ، بخار ، آب و ...)

Appendix B

فصل ۱۳ ، ۱۴ ، ۱۵ و ضمایم کتاب را کپی ورق نزنیم . سر امتحان سؤال می آید .

Patent معمولاً فرآیندهای کارخانه ای و آزمایشگاهی را شامل میشود . نه فرآیندهای صنعتی را .

Process Creation 8

باید حتماً PFD صنعتی را برای پروژه داشته باشیم .

من فرآیند پیوسته و ناپیوسته به طور کل پیوسته ارجح است . فرآیند پیوسته جزء کنترل اتوماتیک دارد و online sampling دارد کنترلش راحت تر است . در پیوسته زمان پر و خالی کردن نداریم و اتلاف وقت کمتر است در ضمن محصول یکنواخت است

حتی خطای اپراتور ندارد و کنترل اتوماتیک است. نیروی کارگر مصرف می‌شود اما اندک

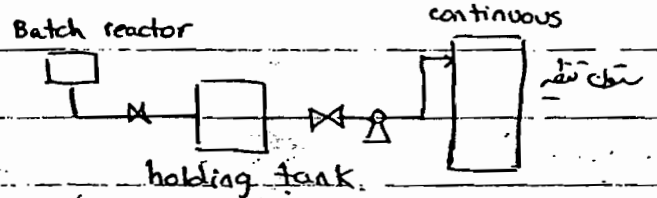
پیوسته. سرمایه‌گذاری بالای آن. برای دستگاه‌هاست و برای تولید پایین نمی‌ارزد. بهتر

است هزینه نیروی کار را بدهم. در واقع که تنوع محصول دارم و از همان setup

برای چند محصول استفاده می‌شود. بهتر است از Batch استفاده کنیم.

هر کدام از قطعات Batch باشد و کل فرآیند continuous باشد می‌شود

semi-continuous یا نیمه‌پیوسته



ممکن است راکتور ← معمولاً ضریب ایمنی در نظر می‌گیرند ، ← حداقل اندازه ۲ تا Batch در این تانک می‌ریزم.

طراحی شود. ۴ تا Batch می‌ریزند

Raw materials & product specifications :

خلوص محصول تولیدی بستگی به این دارد که صنایع پایین دستی چه خلوصی از ما بخواهد.

با افزایش خلوص یک مرتبه قیمت افزایش پیدا می‌کند. هزینه خالص سازی خیلی

نیست.

منظور ناخالصی های موجود هم مهم است. مثلاً با درصد خلوص فرق دارد؟

مثلاً می‌گوییم ۹۹ درصد. حداقل چقدر محصول باید باشد. اون ۱ درصد چه ناخالصی

باشد یعنی درصد هر ناخالصی چقدر باشد.

Process Synthesis steps :

onion Diagram را که توضیح دادیم تکرار کرده.

Process Design :

بهترین * فرآیند Optimum Process را مشخص می‌کند. ۸ مرحله تشخیص بهترین فرآیند

را آورده.

مثلاً سه فرآیند تولید فرمالدهید

① $CO + H_2 \longrightarrow \underline{CH_2O}$ اصلی

② $CH_3OH \longrightarrow \underline{CH_2O} + H_2$ فرعی

③ $CH_4 + O_2 \longrightarrow \overset{\text{اصلی}}{\underline{CH_2O}} + H_2O$ فرعی

جانبی $\begin{cases} CO_2 \\ CO \end{cases}$

③ خیلی هم راحت نیست. شرایط سختی می‌خواهد.

صص 72 و 73 لیست 5 موردی برای انتخاب بهترین فرآیند

- مواد اولیه مصرفی (در دسترس بودن، قیمت، ایمنی، میزان خورندگی، عیار یا خلوص)

گاز طبیعی اگر بعنوان feedstock استفاده شود باید 14 درصدمولی یا آسان و مواد سنگین‌تر از آن را داشته باشد و min آن 10 درصد است. کمتر از آن نمی‌شود.

گاز طبیعی از دو روش تأمین می‌شود ← گاز مستقیم از چاه / گاز همراه نفت (associated gas)

مواد کنداینس شدنی گاز هم هستند. متان برای سوخت خوب است اما برای feedstock خوب نیست و باید آسان داشته باشیم. چرا؟

سبک‌ترین ماده المپری پلی اتیلن است. اما پلی متیلن نداریم. البته اولین المپر کشف شده بود. اما استفاده نشد.

آسان لازم است که از آن اتیلن و پلی اتیلن گیریم. پروپان هم لازم است که پروپیلن و پلی پروپیلن بدهد پس متان چندان لازم نیست.

نفتای نفت خام یا آسان حاصل از گاز طبیعی، کدام برای خوراک پتروشیمی مناسب است؟

اگر در محصولات مشتقات بنزن داشته باشیم نفت خام بهتر است. کلاً نفت خام خوراک جامع‌تری است. به طور کلی بهتر است آسان را سوزانیم و نفت را فروختی کنیم.

Present & future availability

دسترسی به همراه بعد زمان مهم است. یعنی تا زمانیکه طراحی کنیم و به بهره‌برداری برسیم آن ماده همچنان در دسترس باشد.

- واکنشی که صرفاً به محصول مایع خواهد مناسب است و محصول جانبی نداشته باشد. پس اول ① است بعد ② است چون side ندارد و بعد ③ باید جلوی محصولات جانبی را گرفت.

در واکنش آخر اصلاً تولید 3 ماده توصیه نمی‌شود چون هم ☹ به زور جدا می‌شود. تازه هزینه تجهیزات هم بالا می‌رود.

- درصد تبدیل تعادلی و سینتیکی مهم است. چون سینتیک می‌گوید چقدر باید recycle داشته باشیم.

سرعت واکنش و بازده سینتیکی (کند نباشد)

- تکنولوژی ساخت هم مهم است
- شرایط واکنش مهم است. یکی ممکن است در دمای خیلی و فشار خوب بالا یکی ممکن است بالا باشد
- کاتالیست واکنش مهم است. پلاتین گران است اما آهن ارزان

↓

اینجا ارزان نرود ماده اولیه نمی خرید.

- از نظر زیست محیطی ضرر نرساند.
- میزان تجهیزات به کار رفته در فرآیند که روی سرمایه گذاری اثر می گذارد.

بیست کلید:

۱. عوامل فنی ←
۲. مواد خام
۳. محصولات زائد و جانبی
۴. تجهیزات
۵. محل استقرار واحد صنعتی
۶. هزینه ها ← زمین و مستغلات: real state (9)
۷. زمان
۸. ملاحظات ایمنی (قابلیت دسترسی به تکنولوژی و فناوری لازم)

عوامل فنی انعطاف پذیری فرآیند، اینکه بتواند خوراک های مختلف بگیرد.
پیوسته همواره ارجح است مگر تنوع محصول بخواهیم پس نحوه عملیات مهم است.
Continuous, Semi-continuous, Batch

کنترل و ثبت محصولات
بازده اقتصادی - بررسی عرضه و تقاضا و بازار.
خدمات فنی که وابسته به میزان خوراک و شرایط عملیاتی است.
سرمایه نیاز به انرژی (آب، برق، سوخت) هرچه مصرف کمتر باشد بهتر است.
تجهیزات جانبی کمتر و routine تر بهتر است.

تکمیل نکرده که آیا این ته خط است یا باز جلکا ادامه دارد که بهبود دهیم

عوامل زیست محیطی

ص 74 - انواع طراحی

دو نوع اول طراحی نیستند فقط روشهای برآورد هزینه هستند.

- در روش اول order of magnitude سرمایه گذاری را می خواهیم مشخص کنیم

درصد یک میلیون دلار است یا ده میلیون دلار. 10^6 10^7

- چطور بدون طراحی می شود هزینه مربوط را برآورد کرد؟

از صنایع و کارخانه های موجود استفاده می کنیم. rule of thumb (سرانگشتی)

Location Factor ها و SRI تصحیح می کنند که برای احداث مربوط در هر کشوری

نسبت به پایه اقتصادی آن کشور هزینه را چه ضریبی تغییر می کند

اگر مثلاً تولید فنول در ایران نیست باید به کشورهای هم جوار مراجعه کنیم. اگر نبود

کشورهای پیشرفته

- در روش دوم study or factor Design (estimate) یعنی مربوط های موجود را بررسی می کنیم

از اینجا به بعد وارد طراحی می شویم ☆

3. Priliminary Designs طراحی مقدماتی واحد تولید فنول از روش ← با ظرفیت 100 تن در سال

وارد جزئیات طراحی نمی شویم ... درصد تقطیر ستون، فاصله و تعداد سینی ها

4. Detailed estimate Design طراحی تفصیلی تخمین

- تخمین مربوط به طراحی مقدماتی است ... تفصیلی مربوط به برآورد اقتصادی است

ROI 20 درصد به عنوان min است.

5. Final Process Design طراحی نهایی (نهایی) مربوط
firm

پیش 74 اولین مورد طراحی مقدماتی است ... Design Basis

Bases (مبانی) مبنا

مبنای تولید در سال و خلوص (مواد حتی ذره ناخالصی ها) 97 درصد فنول کافی نیست

اون 3 درصد چیه؟) خلوص نیاز دارد ... بازار چه درصد خلوصی را فنول بنامد

اکثراً خوراک مبنا گرفته می‌شود. در موارد معدود محصول را می‌گیرند.

۲) stream factor — Annual operating factor

کسری از سال است که کارخانه به تولید اشتغال دارد ها

یعنی از 365 روز در سال چند روز در سال کارخانه در حال کار است. سه چه دردی خود؟

نیروی کار ← این عامل مستقیماً روی سایر واندازه دستگاه‌ها تأثیر دارد. معمولاً

300 تا 330 روز است. در حالت نایوسته تعطیلات نداریم. نمی‌شود

دستگاه را خواباند. مگر خودمان shut down دهیم. امّا پیوسته رافت تعطیل می‌شود.

فقط برای پیوسته به کار می‌رود.

$\frac{100}{300}$ — $\frac{100}{330}$

این یکی روی هزینهٔ سرمایه گذاری تأثیر دارد. یعنی over design می‌کند یعنی زمان راکم می‌گیرند که حجم‌ها بزرگتر شود. این کار درست است؟

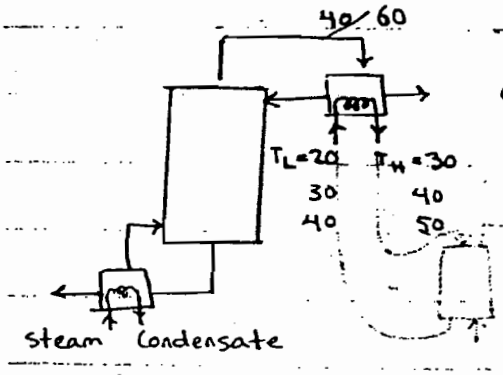
خیر، طرح غیر اقتصادی می‌شود. ظرفیت کارب ایجاد کرده‌ایم که از آن استفاده نمی‌کنیم.

۳) دمای عامل خنک کننده

انقدر مؤثر است که مبنا قرار گیرد؟!!

آب خنک کننده بیشتر جاها کاربرد دارد به خصوص در کندانسور برج تقطیر. که این آب در یک دمای پایین وارد می‌شود و در دمای بالاتری خارج می‌شود.

این دما بستگی به منطقه جغرافیایی دارد. شمال غرب ایران 15°c، جنوب ایران 30°c.



در طراحی حالت متوسط می‌گیرند ولی بهتر است که بدترین حالت را در نظر گیریم یعنی گرمترین روز سال.

مقدار min برای approach 10 درجه است

از این آب خنک کننده می‌توان برای سرد کردن استفاده کرد. باید سیستم تبریدی گذاریم پس هزینه دارد. یا با افزایش فشار برج، بخار دارد 60 درجه خارج کنیم که این هم هزینه دارد.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

آب را داخل سیستمهای تبرید کمتر از 5°C سرد می‌کنند. این آب گرم در برج خنک‌کننده (T_H) توسط هوا خنک می‌شود (عملیات 2)

۴ فشار بخار در دسترس

Page: 898 App. B بخار را بر مبنای فشار طبقه بندی می‌کنند: پرفشار، متوسط، کم فشار

چرا بر مبنای دما طبقه بندی نمی‌شود؟

بخار بیشتر به صورت latent heat استفاده می‌شود. در فشارهای مختلف بخار متفاوت است و بیشتر به فشار وابسته است تا به دما.

۵ نوع سوخت

در دسترس بودن آن، ارزش حرارتی (چند Btu برای هر مول)، میزان آلایندگی

وانگهی سوخت معمولاً باید چندمنظوره باشد.

در طراحی باید گذاشتم سوخت برای کار طبیعی است اما برای حالت واقعی باید جایگزین برای آن پیدا کنیم

۶ by products

ROI مهم است. اگر تولید شود ارزش فروش و سود دارد یا نه.

۷ در صفحه 73 مورد ۲: Plant location یا محل استقرار واقعی صنعتی که مهم است کارخانه

میزان زمین مورد نیاز، تأسیسات حمل و نقل، نزدیکی به بازار مصرف، محدودیتهای قانونی آب و هوا و... در شهر امکانات بیشتر است. ← بندر

در بندر، نزدیکی بودن به بازار مصرف مهم است یا به مواد خام؟

در اکثر موارد نزدیکی به بازار هدف مهم‌تر از نزدیکی به مواد خام است مخصوصاً برای موادی که از طریق خط لوله قابل انتقال هستند.

مواد خام انتقالش امکان سود استفاده کمتری دارد مثل نفت خام تا بنزین!

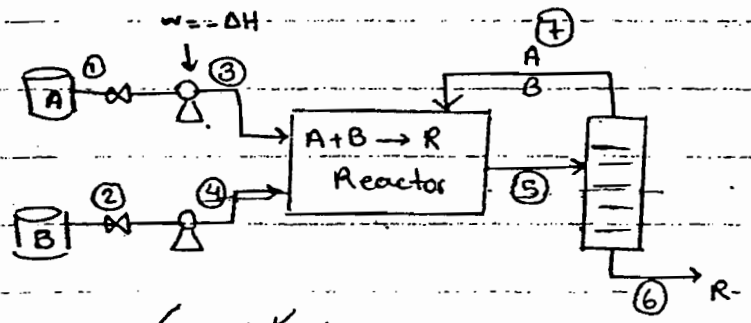
در یک مورد استثنا نزدیکی به مواد خام برای ما مهم است مثل استفاده از مواد حاوی حجم و سنگین. یا زمانیکه ماده خام امکان فاسد شدن دارد مثلاً کارخانه رب گوجه‌فرنگی

بهتر است نزدیک مزرعه باشد چون کوچه مزلی خراب می‌شود اما ارزان‌تر

Plant location هم روی هزینه‌ها هم روی دهای آب تأثیر دارد.

[redacted] ۱- تعیین مبانی ۲- موازنه مواد و انرژی

Material Balance :



در فرایند پیچیده چون تعداد دستگاه‌ها زیاد است جریان‌ها را با عدد نامگذاری می‌کنند.

lbmol/hr	①	②	③	④	⑤
A	120000	0	120000	0	10000
B	0	80000	0	80000	10000
R	0	0	0	0	180000

برای تک تک مواد اولیه و محصولات و مواد میانی

دبی را در هر جریان مشخص می‌کنیم.

Energy Balance :

برای تک تک جریان‌ها شرایط عملیاتی ها و فشار باید تعیین شود ① ② ③ ④

T

P

آنتالپی و Cp :

H آنتالپی

جریان‌ها ممکن است تک فازی باشند که انتها کفایت می‌کند

Quality اگر دوفازی است ترکیب فی هر فاز باید مشخص شود

Overall Balance حالتی است که کل دستگاه‌ها را با هم می‌گیریم اما گاهی کلی یا چند تعداد محدود از دستگاه‌ها را می‌گیریم.

Page 75 : ۳ خط آخر فشار، دما و ... که باید توجه شود را گفته.

فهرست ۲ موردی دستگاه‌های رایج در فرایندها

۲ مولی اجزای تشکیل دهنده محلول یکسان است نه ۲ جزیی ... اما این فرض خیلی دقیق نیست به همین دلیل ... با این حال ساده‌تر است ... اما نتایج نهایی هردو روش یکسان است

به دست آوردن تعریف ستون ۸

$$G\ \frac{lbmol}{hr} \times \underset{\text{جرم مولکولی محلول}}{M}\ \frac{lb}{lbmol} = \dot{m}$$

$$\rho = \frac{m}{V}\ \frac{lb}{ft^3} \quad \text{or} \quad \frac{lb/hr}{ft^3/hr} = \frac{\dot{m}}{\dot{V}}$$

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho}\ [=]\ \frac{lb/h}{lb/ft^3} \Rightarrow \dot{V}\ [=]\ \frac{ft^3}{hr}$$

$$\rho = \frac{P.M}{RT} \qquad M = \Sigma y_i . M_i$$

سرعت طغیان $V_F = C_F \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G}}$ Floading Constant $= C_F$

سرعت مجاز $V_A = 0.75 V_F$

$$\frac{\dot{V}}{V}\ \frac{ft^3/hr}{ft/hr} = A\ ft^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

در مورد ۱ ـ materials of construction اشاره شده یعنی جنس فلزی که استفاده شده کربن استیل ـ Carbon steel (شامل آهن و کربن ـ) جنس محلول ما است . اما در ایران ـ منظور از steel ، Stainless steel (ضد زنگ) است . تا حتی از راکتور ممکن است موادی خطر باشند بعد از آن نباشند ، آن مکانهایی که لازم است جنس بهتر را استفاده کنیم ، وگرنه هزینه ـ بالا می‌رود .

در مورد ۲ ـ Vessel : اشاره شده به معنی ظرف .

Vessel ⟶ tank، مخزن

در طراحی مخزن به پارامترهای مهم است ؟

tank { holding نگهداری / storage ذخیره

در مورد Distillation Column چه اطلاعاتی باید ارائه دهیم که بتوانیم طراحی شده است؟

تعداد سینی ها و فاصله سینی ها ارتفاع را می دهد.

رنج فاصله سینی ها 6-36 in است و از آن محدودتر 12"-24"

1ft - 2ft

30 - 60 cm

Tray spacing

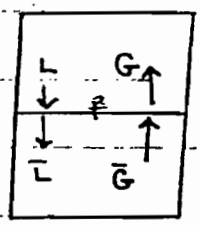
فاصله سینی ها به چه شکلی دارد؟

به foaming tendency (تمایل به کف زایی)

هرچه کف ایستر باشند فاصله دو سینی بیشتر است. مواد آلی معمولاً کف ناپایدارتر هستند و در آلی ها هرچه سنگین تر باشند کف زایی بیشتر.

foam مخلوطی از حبابهای بخار و قطرات مایع است. برای فاصله گرفتن این دو فاز از هم (dis engagement) این فضا بین دو سینی لازم است و گرنه این کف به سینی بالایی منتقل می شود.

قطر ستون به چه شکلی دارد؟ دبی گاز - چگالی مایع نه؟ چون تمام سطح مقطع را تقریباً گاز اشغال می کند.



Feed

Sub L } F+L=L̄
Sat L }

L+V ... LF+L=L̄ , GF+Ḡ=G

Sat V }
Sup V } Ḡ+F=G

اگر $G > \bar{G}$ ⇐ $D_{بالا} > D_{پایین}$

اگر اختلاف چندانی نداشته باشند به پرسنای D بزرگتر کار می کنیم. نهایتاً یک فضای پرت و هدر رفته ناچیز داریم.

چگونه در ستون های تقطیر G و L را محاسبه می کنیم؟ دانش نداریم که!

در روش مک کیب تیله از Constant molar overFlow استفاده می کنیم.

Batch برای سیال holding ... Continuous است مثلاً گفتیم دو تا Batch
تله می داریم ... storage برای ذخیره مواد است ... معمولاً به مدت ۱ هفته است
حالا سیلی وارد کامیون ها هر چند روز یک بار می آیند ... باید حاشیه ایمنی را رعایت کنیم
پس اگر بعنوان مخزن باشد زمان ماندگاری مهم است ... در مخزن Packing و
baffeling هم است ... مخلوط سازی در separation vessel

هزینه baffel برای هزینه قسمت بندی استفاده می شوند پس در مخزن ها هم این
پارامتر مهم است مثل مخازن سیمان که در حال حمل و نقل هم در حال چرخش اند.

مورد بعد راکتورها هستند که برای طراحی آنها باید rate equation و معادله سینتیکی
داشته باشیم.

$$-\frac{dc_A}{dt} = -R_A = kC_A \qquad n=1$$

$$-d\ln C_A = -\frac{dC_A}{C_A} = kdt \Rightarrow t = -\frac{1}{k}\int_{C_{A_0}}^{C_A} d\ln C_A = \frac{1}{k}\ln\frac{C_{A_0}}{C_A}$$

از مقالات

۱ اما همیشه این سادگی نیست ... بعضی کاتالیستی هستند بعضی غیر کاتالیستی

در این زمینه نوع کاتالیست، مقدار کاتالیست و نحوه توزیع کاتالیست مهم است

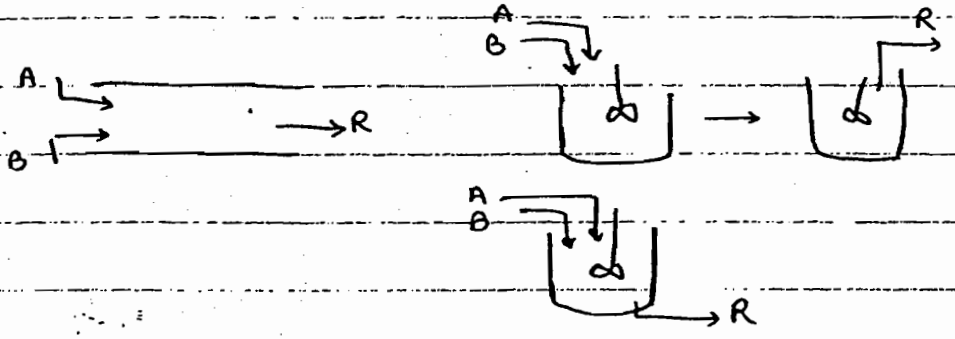
fluidized fixed

سطح تماس بیشتر

در حالت معلق سطح تماس بیشتر می شود اما افت فشار و فرسایش بیشتر می شود.
attrition test (تست تخریب) انجام می شود.
کاتالیست ها یا Poisoned می شوند که جایگاه فعال آنها توسط مواد خصوصی
غیر فعال می شوند که راهش اصلا است یا بصورت مکانیکی تخریب می شوند که
راهش تعویض آنهاست.

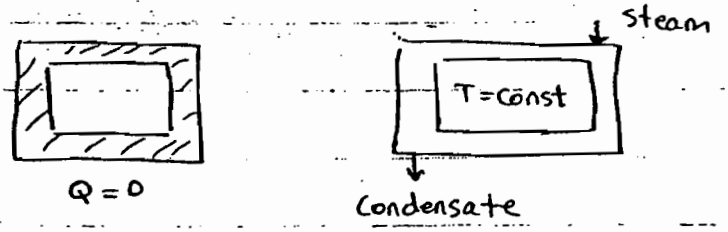
۲ راکتور مخزنی باشد یا لوله ای؟

لوله‌ای‌ها الزاماً پیوسته هستند. همزن درها می‌تواند پیوسته یا ناپیوسته باشند.



زمان واکنش مهم است. اگر طولانی باشد مخزنی بهتر است چون طول لوله زیاد می‌شود.
اگر ضلعی گرمازا یا گرماگیر باشد کدام بهتر است؟ مخزنی چون هم زده می‌شود و
در ضمن می‌تواند Jacket یا coil داشته باشد پس تمهیدات انتقال حرارتی
آن بهتر است. در لوله‌ای برای mixing فقط می‌شود روی تلاطم حساب کرد.

۳) راکتورها در حالت adiabatic و isothermal دارند. کدام مرسوم‌تر است؟



اگر با محیط اطراف تبادل گرمایی نداشته باشد و دائماً گرما گیرد یا گرما بدهد چه می‌شود؟
خطر تجمع حرارت و انفجار داریم یا بالعکس سرد شدن راکتور.

اگر isothermal نباشد سرعت واکنش و ثابت تعادل متناسب با آن تغییر خواهد کرد.

بعضی واکنش‌ها انرژی اکتیواسیون بالایی دارند یعنی اول باید گرما گیرند تا خودشان آزاد می‌کنند.

cycle و regeneration اشاره به چرخه اصلی کاتالیست دارد.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

در مورد پمپ وکمپرسور لازم است بدانیم چه سیالی را از چه ارتفاعی به چه ارتفاعی یا از چه فشاری به چه فشاری می خواهیم برسانیم، دبی و توان پمپ هم مهم است. نوع سانتریفوژ یا جابجایی مثبت هم باید مشخص شود. پمپ / دوار / رفت و برگشتی

۶) اثر دقیق در طراحی مقدماتی لازم نیست اما در طراحی تفصیلی مهم است.

۷) تجهیزات ویژه برای خشک کردن که طی می روند.

بعد از تهیه equipment list به دست آمد حال labor, utilities

حال utilities شامل آب، برق، هوای فشرده، بخارهای تر و سوخت.

labor نیروی کار است. چند کارگر می خواهیم؟ در فصل 6 به آن پرداخته می شود

پس از طراحی باید خدمات جانبی مورد نیاز و نیروی کار را برآورد کنیم.

I میزان سرمایه مورد نیاز همان Total Capital investment

P بعد از آن میزان سود مشخص می شود همان operating cost

$ROI = \frac{P}{I}$ ROI.min 20 درصد به تقدیم و بهره بانکی بستگی دارد

ROE از ROI بهتر است - می گوید وام گیرنده لازم نیست خودمان سرمایه را داشته باشیم

حتماً در نتیجه گیری پروژه باید گفتیم با این ROI احداث واحد صنعتی توصیه می شود یا نه.

result ← نتایج عددی

conclusion ← نتیجه گیری نهایی

بعد از این مرحله گزارش کار است و نوشتن مطالب آن. Format گزارش نمونه دارد در P.76 نوشتن وجود دارد که در کتاب بیته هم است.

پس از پایان مرحله مقدماتی چند نکته باید مشخص شده باشد تا به مرحله طراحی تفصیلی برویم: ۸ مورد

۱) میزان تولید

۲) موازنه های ماده و انرژی

۳) گستره یا دامنه دما و فشار از دستگاهی به دستگاه دیگر (از پمپ به جریان بعدی) یا درون دستگاه (داخل ستون تقطیر) که به موازنه انرژی می گردد

۴) میزان و مشخصات مواد اولیه، مواد خام

۵) طلب آورند (واکنش های شیمیایی)، معادلات سینتیکی، مدت زمان تبدیل، reaction rate منظور از time cycle زمان بازیابی واحدی که تا است است

C_p هزینه تجهیزات در حالت عام فرآیند استیل بحولی

C_u Utilities شامل آب و برق و ...

A_t کل استقرار واحد صنعتی که به تنهایی روی هزینه انتقال محصول و مواد خام و دهای عامل خنک کننده تأثیر می‌گذارد.

طراحی تخمینی تفصیلی:

این موارد اضافه می‌شوند: نوع ساختمان‌ها (اداری، مرکزی، انبار، آزمایشگاه و ...) سیستم گرمایش (central یا هر جا مجزا)، تهویه، روشنایی، برق موردنیاز کل مجموعه، فاضلاب، تأسیسات دفع مواد زائد (جامد، مایع یا گاز)، تأسیسات ایمنی، ابزار دقیق (وسایل اندازه‌گیری و کنترل یعنی instrumentation) و piping

طراحی نهایی و تطفی فرآیند:

Complete plant layout

Change houses ← رختکن‌ها

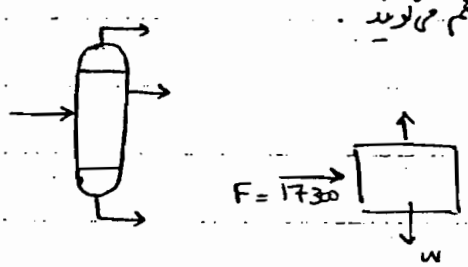
طراحی نهایی تفصیلی مشارکت تمامی انواع رشته‌ها را می‌طلبد.

P.77 انواع PFD سه نوع دارد ↓ Process Flow Diagram نمودار جریانی فرآیند.

1. Quantitative کمی
2. Qualitative کیفی
3. Combined detail ترکیبی

PFD

در حالت کیفی که شکل و نماد به دستگاه‌ها و کل فرآیند می‌دهیم. فقط برای فهم کلی فرآیند است. در حالت کمی اصلاً به شکل واقعی دستگاه کار ندارند. فهم F، D و W است. فهم اعداد و ارقام است. به این Box Diagram هم می‌گویند. برای انجام محاسبات و موازنه‌ها از این نوع استفاده می‌شود.



نوع سوم ترکیبی از مزایای هر دو روش را داشته باشد. نمودار تفصیلی ترکیبی است.

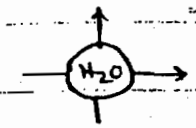
هر دستگاه نماد خاصی دارد و نام‌گذاری می‌شود: $C_1, C_2, \dots$

Column C
Tank T
Reactor R
Pump P

برای هر دستگاه یک برگ مشخصات (specification sheet) تنظیم می‌کنیم.
شامل: ابعاد، دما، فشار و اطلاعات طراحی.

equipment List → خط لوله

Page 963 ... نمادها را کشید



در absorber خوراک از پایین و حلال از بالا وارد می‌شود
در stripper خوراک نیز بالا و حلال نیز از پایین وارد می‌شود. watercooler

در صفحه بعد فهرست نمادهای P&ID آورده شده.
در طراحی مقدماتی نیاز نیست (در تفصیلی) Piping and Instrument Diagram

شیر کشویی و فلکه داریم. جوش weld cap —□

پیچی screw cap —]

نمودارهای PFD را نشان می‌دهد. Page 78, 79

نمودارهای P&ID است. Page 80

Layout → نقشه جانما

Layout Isomethrics ... نمودارهای سه بعدی
که در آن تمام تداخل های ممکن مشخص می‌شود.

Equipment Design & specifications : Page 81
طراحی و تعیین مشخصات تجهیزات.

Design | Modeling (theoretical)
Scale-up (experimental) بزرگ نمایی
تجربی

Scale-up از آزمایشگاهی به نیمه صنعتی و بعد به صنعتی است.
داده های لازم برای به دست آوردن اطلاعات طراحی ستون تقطیر K value هستند که نمودار دارند. قانون راثولت و ... که به کمک آنها محاسبات را انجام می‌دهیم.

راکتور حتماً Pilot Plant می‌خواهد. چون سینتیک فقط به روش تجربی به دست می‌آید.

ثابت های تعادل حالت از T_c و P_c (خواص بحرانی) به دست می‌آید.

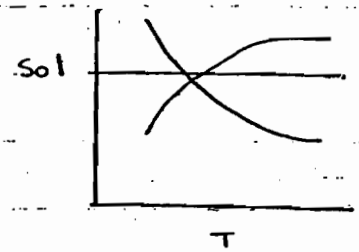
Page 82, 83 چندین ستون داریم

ستون اول نام تجهیزات ستون دوم می‌گوید آیا برای این دستگاه داده تجربی و نمه صنعتی لازم هست یا نه ستون چهارم متغیرهایی که نظره یا ظرفیت تجهیزات را مشخص می‌کنند. ستون پنجم حداکثر مقیاس مجاز ستون ششم ضریب ایمنی توصیه شده تقریبی یا ضریب اضافه طراحی اگر به طراحی مطمئن هستم ضریب ایمنی لازم نیست ستون سوم متغیرهای طراحی است غیر از دبی

safety factor ——→ 0.20 به طراح استاندارد

Agitated Batch Crystallizer

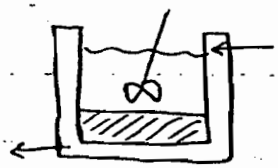
آب خنک کننده داخل Jacket است جابجا کردن راسوب را می‌گیریم تخلیه می‌کنیم دوباره 25 درصد فضای خالی برای اختلاط در نظر می‌گیریم. در ستون دوم pilot plant ضروری است چون تابعیت اختلال ندیری از دما باید از طریق تجربی (pilot) به دست آید.



ضروری است یا خطی، خطی یا غیرخطی

$sol = a + bT + cT^2$

این ثابت ها باید تجربی به دست بیایند



در اینجا شکل حرکت Batch و ... را نداریم خوش Batch است.

از نظر انتقال حرارت واحد نمه صنعتی بهتر از آزمایشگاهی است چون جنس‌ها و ضرایب انتقال حرارت فرق می‌کنند

در ستون بعد مقدار وارد شده در هر Batch روی ابعاد مؤثر است کاهش افزایش مقیاس‌ها 100 به 1 است. 1:100 >

اگر مقیاس صنعتی 100 Lit است باید ظرف 1 لیتری در واحد نمه صنعتی به کار بریم.

برای عبهای سانتریفوژ Pilot Plant لازم نیست. در پمپ عامل طراحی اختلاف فشار و اختلاف ارتفاع است. discharge head (ارتفاع خروجی) هم است. اما اینجا سه عامل را در نظر گرفته: دبی سیال جابجا شده gpm ، توان پمپ hp و قطر پره W

1 به 100 — 1 به 100 — 1 به 100

حال پره 10 به 1 است. وقتی قطر پره را زیاد می‌کنم مثلاً 2 برابر دبی 2 برابر نمی‌شود بلکه بصورتی زیاد می‌شود.

حول طراحی آن حالت‌اره است. 10 درصد ضریب امنیتی

نکته: ساختن Pilot plant لازم نیست پس چرا نسبت سعایش داره؟

(الزامی نیست طوری اگر موجود باشد منعی وجود ندارد.)

ستونهای سینی دار که می‌خواهد و اغلب Packed ها را با HETP طراحی می‌کنیم

مشخصات تجهیزات:

روش فل سانکی یا scale-up فرق ندارد. مهم ارائه نتایج در برگه مشخصات است.

موادی را که در یک برگه مشخصات باید ذکر شود نام ببرید. (۹ مورد)

۱) معرفی و شناسایی قطعه و اینکه کجای PFD است.

۲) نقش و وظیفه دستگاه اینکه heat exchanger ، reboiler است یا condensor

۳) نوع عملیات سینتیک، غیر سینتیک، ناسینتیک

۴) چه موادی ورودی می‌شوند و ورودی چیست، خروجی چیست؟ در پمپ کاویتاسیون است اما در ستون تقطیر متفاوت است.

۵) داده‌های لازم برای طراحی است P.75 (۹) ← تحلیل داده‌های طراحی

۶) کنترل‌های اساسی: دما، فشار، سطح مایع، دبی

۷) میزان حداقل سنگ مورد نیاز کدام دستگاه، چه نوع حداقلی با چه ضخامتی

۸) میزان خطای قابل قبول — خطا — Tolerance

16 ft ± 0.1 ft

1 ft ← خطا

۹) اطلاعات ویژه یک قطعه خاص مثل جنس

نوع gasket (واشر آب بندی)، نحوه نصب، بتن ریزی و فنداسیون، زمان تحویل

تکیه‌گاه (support) خط لوله‌ها که خم نشوند کجا می‌خواهد وازهم نوی

در P.85 کد نمونه برای heatexchange داده شده

fractionation = Distillation

جلوی انبساط برای جمع کردن ازدیاد طول است. این فضای انعطاف‌پذیر از ازدیاد طول در اثر افزایش دما جلوگیری می‌کند.

تمهای italic قسمتهای پرشده هستند.

پس لوله به خاطر ایجاد تلاطم وافزایش ضریب انتقال حرارت به درد می‌خورد

اما افت فشار ایجاد می‌کند. دلیل دیگر ایجاد حالت همسو و ناهمسو است که در ΔT تأثیر دارد

دو روش طراحی داشتیم modeling و scale-up

برای برخی وسایل‌ها هر دو روش امکان‌پذیر است. بعضی فقط scale-up (مثل کالیور) بعضی modeling

از هرکدام از این دو روش در ترم بعد کلی مثال خواهیم زد

* مواردی که در یک کلیه مشخصات باید درج شود (در کتاب پنجم تهم ۹ مورد)

از نظر نگارش سرانت مثل کتاب باشد. Bold و italic

ست راست: تاریخ تنظیم کلیه مشخصات

برای مدل:

افقی و عمودی قرار گرفتن مدل به فضا، افت فشار و خواص فیزیکی سیال ستگی دارد.

نوع fixed برای tubesheet نگه داشتن وزن لوله‌ها است.

مابقی همان tubesheet است اما از کجا cut شده که تلاطم ایجاد کند.

Strain ← ازدیاد طول

expansion ring برای جذب انبساط حاصل.

Q و A راه‌های پایه طراحی از پوسته باید سیال عبور بگذرانیم.

B.W.G = Birmangham wire Gauge

استاندارد ضخامت لوله

این استاندارد برای tube به کار می رود نه Pipe در فصل ۱۳ به تفاوت آن دو اشاره می شود

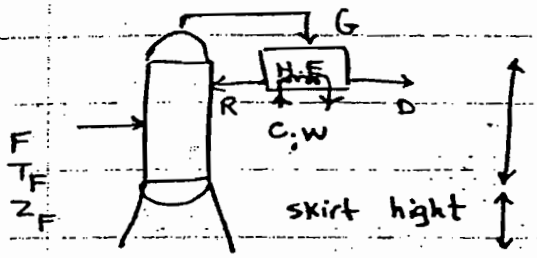
تا زمانی که نیاز به نوع مرغوب تری نیست C.S خوب است

دما ثابت حول نقطه کنترل می شود

longitude : طولی transverse : عرضی

Utility خدمات جانبی مثل بخار و آب و ... است

در این قسمت می آب خنک کننده را با دمای کنترل می کنیم



rock cork ، چوب پنبه 2"

weather proofed ← پوشش آلومینیومی

برای جلوگیری از نفوذ باد و باران

tolerance خطای مجاز در طراحی . مثلاً اگر طول لوله فرق کرد

این قسمت کار مهندس شیمی نیست

برای ستون تقطیر 8

ناتمام است ... در materials handled 4 نقطه کلیدی وجود دارد :

Feed

Bottom

Distillate → Overhead

Reflux

برای این ۴ نقطه باید ۳ چیز مشخص شود :

دبی جریانها ، دمای این جریانها ، ترکیب شیمیایی (دهد)

tray spacing ← مشخص می شود

داده های طراحی : تعداد سینی ها ، استاندارد ارتفاع عملیاتی

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

افت فشار : سینی‌های غربالی در ستون تقطیر $\frac{\Delta P = 0.1 \text{ Psi}}{\text{Tray}}$ برای هر سینی .

معمولاً افت فشار را در نظر می‌گیرند اگر تعداد سینی‌ها زیاد باشد ↓

و کلی در نظر می‌گیرند .

برای خلأ $\frac{\Delta P = 0.05 \text{ Psi}}{\text{Tray}}$

$R_{op} = 1.3 R_{min}$ است در اینجا کولتا فرق می‌کند

skirt height ارتفاع پایهٔ ستون است .

در قسمت تقطیر راجع به ... صحبت کرده چرا ؟

برای سرعت طغیان به دانسیتهٔ مایع و گاز نیاز داریم .

$$V_F = C_F \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G}}$$

↓

flooding constant نوشته دارد .

$V_A = 0.75 V_F$

V_A گاز

حتماً دبی گاز را از مولی باید جرمی کنیم

$$G \frac{\text{lbmol}}{\text{hr}} \times M \frac{\text{lb}}{\text{lbmol}} \times \frac{1}{\rho} \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\frac{V}{V_A} = A = \frac{\pi D^2}{4} \longrightarrow \text{recommended inside diameter.}$$

$\frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$ $\quad$ ft^2

سرعت ظاهری superficial سطح به علت افت فشار سرعت متغیرات سرعت مایع و گاز سرعت متوسط تعریف می‌کنیم .

hole size : 3-6 mm برای سینی‌های غربالی .

سوراخ‌ها یا با فرز یا دریل ایجاد می‌شود . در طراحی مقدماتی نیاز نیست .

tray thickness : سینی به وزن مایع روی سینی وارد ، مقدار سیال و دانسیته سیال هم مؤثر است .

ارتفاع بند weir height 0.5 فاصله بین بندی هاست ـ یعنی اگر فاصله بندی ها
10 cm است لبه آن 1.5 cm است

• Specific Example از Page 87 به بعد آلودی کارشناس می‌شود

Problem statement صورت مسئله

باید مختصر و مفید باشد (به همراه جزئیات لازم اما بدون حاشیه روی)
خواسته‌ها باید روشن باشد.

یک شرکت کاری که می‌خواهد فعالیتش را شروع کند تا سود بیشتری ببرد
کالاهای commodity chemicals

این سؤال پیش می‌آید که هر شرکت چند درصد ظرفیت تولید را باید پوشش دهد؟
یک موقع هدف کمترش است که سرمایه می‌خواهد اما اگر نداریم باید بسنده کنیم
سود دهی در تکمیل زنجیره است

Design, cost, Production, Process Eng

یک مهندس شیمی هرکدام این سمت‌ها را می‌تواند داشته باشد

بخش فرآیند از آنجا که دیده عرضه = تقاضا و جای فروش سنیت گفته باید در فرآیند
تغییر بدهیم تا هزینه پایین برود و جا در بازار بازشود و سود کنیم.
بخش جداسازی مناسب‌ترین بخش شناخته شده جزء بسیار انرژی بر است و
70 درصد کل انرژی فرآیند را به خود اختصاص می‌دهد.
راه حل: بخش جداسازی مرور و بازبینی شود تا تکنولوژی‌های جدید جداسازی
شاید فرآیند را بهینه کند. با ظرفیت متریک $500{,}000 \frac{ton}{hr}$

metric ton = 1000 kg

تن آمریکا فرق دارد. 10 درصد kg = 200 ـ اگر ton 1 تن‌ها ton

Grass Roots یک واحد پایه‌ای بدون امکانات قبلی

اولین کار Literature Survey (مرور منابع اطلاعاتی)

۱- سیده بوده جدا سری د
۲- سیدا این رعوض بیاره به دوار اول دوره چیم و کلت در بیاره به سلم
۳- سیده کلا رده زیره نه

فرآیند جداسازی به این دلیل انرژی بر است که بیاد:

۱) Cryogenic سروکاری مشکل دارد ← زیردمای مایع: cryogenic

۲) نقاط جوش اجزا نزدیک هم هستند ← نقطر انرژی و هزینه بالایی می خواهد ← غلظت های پایین می خواهد

۳) روش دیگر غیر از تقطیر پیشنهاد شده:

① جذب selective absorption ← خلوص لازم را ایجاد نمی کند ← برای مراحل آخر و نهایی خلوص به درد می خورد

② جذب سطحی adsorption ← نوع جذب غیرمایع سولیدی (زئولیت) است که بکارگیری سخت و مشکل عملیاتی دارد.

③ تقطیر استخراجی (کمک حلال) Extractive Distillation ← مشکلات بازیابی حلال ← متوقف به هزینه هست

④ غشا membrane separation ← دیگر وارد جزئیات نمی شویم نسبت به تقطیر

تنها راه حل روش آخر است چون ۳ تای اول جواب نمی دهد

Page 88 ← رالایاف روم استفاده از تقطیر ساده ← برای جداسازی غیرعملی است (impractical)
به علت سرعت پایین انتقال جرم و گزینش پذیری پایین فرآیند

برخی از انواع غشاها مورد استفاده قرار می گیرند که گفته:

فناوری غشایی با استفاده از انتقال تسهیل یافته FTMT

انتقال تسهیل یافته: فرآیند تقطیر ساده را با یک واکنشگر شیمیایی که به طور برگشت پذیر با یکی از اجزا پیوند تشکیل می دهد ترکیب می کنیم و ضریب انتقال جرم را افزایش می دهیم.

باید برگشت پذیر باشد وگرنه یک ماده دیگر می شود. مثلاً کمپلکس تشکیل دهد.
این روش هم در مقیاس آزمایشگاهی هم نیمه صنعتی جواب داده اما در مقیاس صنعتی به کار نرفته.
یکی غشاها دی های پایین آنهاست و در آزمایشگاه کاربرد دارند.

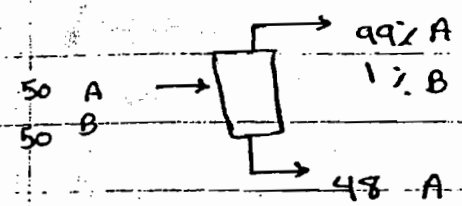
در P.89 گفته از سیستم های هیبریدی (ترکیبی - تلفیقی) استفاده کنیم.

خصوصیت تنظیر (خلوص و recovery بالا) را با خلوص بالای غشا ترکیب کنیم تا افراد غشا که recovery پایین است برطرف شود.

خلوص یعنی چند درصد جریان محصول را تشکیل دهد.

recovery یعنی چند از خوراک بازیافت شده.

چند مول خوراک وارد شده چند مول محصول گرفتیم



هم خلوص هم recovery کم است.

اینجا 2 mol از A را با خلوص 99٪ گرفتیم که فایده ندارد!

P.89 • شکل بالا چپ: به پمپی وارد می‌شود که ترکیب درصد آن با ترکیب درصد آن پمپی برابر باشد

Permeate Extract محصول اصلی

• شکل بالا راست: علاوه بر حرارت دهی با غشا هم تفکیک کردیم تا بار کار ستون تقطیر را کم کنیم

membrane feed جریان خانی

• پمپی چپ: به جای تخلیص محصول بالا روی محصول پایین کار کرده. حول هنوز اوتانکمی اتیلن هست وصف است از پمپی برود

• پایین راست: اول از غشا عبور می‌دهد. محصول خالص را می‌گیرد (99٪) قسمت ناخالص را که مانده از طریق تنظیر به خلوص می‌رساند. اما کیفیت خوراک پایین می‌آید چون اتیلن آن کم است و خوراک به پمپی های پایین‌تر وارد می‌شود.

این حالت خیلی خوب نیست.

P.91 از نوع qualitative است.

از 92 تا 97 همین PFD را کشیده از نوع تریس.

وقتی کدگذاری می‌کنیم یعنی برای هر شرکت یک کد مشخصات داریم.

درکوره پولیز به جای اقراق (ترکیب با O_2) شکست حرارتی یا کاتالیستی انجام می‌شود

دمای پایین — دمای بالای واحد

کوره را به دو قسمت تقسیم کرده : در قسمت convection دما پایین است تا 600 C
و radiation دما بالاست .

Dilution steam برای جلوگیری از coking است و جلوگیری از واکنش‌های جانبی و بالا بردن گزینش پذیری

coking : روی سطح کاتالیست هیدروکربن های سنگین تشکیل می‌شود

Quenching : سردکردن ناگهانی به علت تماس مستقیم با آب یعنی آب را مستقیم روی آن sprag می‌کنند 340 C ← 835

این کار را می‌کنند که واکنش در اثر کاهش دما متوقف شود و در خط اولیه ادامه پیدا نکند
در داخل رآکتور

در ضمن آب با این کار تبدیل به بخار می‌شود

شکل P.91 تصحیح شود !!! تکمیل شکل از بهار

هزینه سرویس و نفت سوخت محصولات Quenching هستند

بعد از آب زدایی سردکردن است .

P.91 خط اول تعریف Prechilling (غربال های مولکولی) ← زئولیت

علت سردکردن 8 ، 1 تراکم ، 2 قرار است جداسازی انجام شود که به روش cryogenic است

P.98 تمام اجزای خروجی از کوره را مشخص کرده

CO_2 ، CO و H_2S ناخالصی های ناشی از گاز طبیعی اند .

اولین دستگاهی که بعد از سردشدن گازها به آن وارد می‌شوند Deethanizer یا برج آب زدایی است . باقی ها به Depropanizer (پروپان زدایی) وارد می‌شوند .
سنگین ها به Debutanizer می‌روند .

Demethanizer یعنی H_2 و متان از محصولات خارج می‌شوند . به متان Tail Gas گفته می‌شود .

OTFC
SPFC
OFC

C_2 Spliter دوکرنه ها را جدا می کند.

P.98 MAPD Reactor زیر جدول : متیل استیلن و پروپادین به پروپیلن و پروپان تبدیل می شوند

P.92 BFW : Boiler Feed Water

TLX : Transfer Line Exchanger

X معرف نوع Exchanger است V-102 (A-D) 3-8

P.98 صفحه 3.2 جدول دستون دارد. conv% = 60

① $C_2H_6 \xrightarrow{\varepsilon} C_2H_4 + H_2$

② $C_3H_8 \xrightarrow{\varepsilon} C_3H_6 + H_2$ conv% = 90

③ $C_3H_8 \xrightarrow{\varepsilon} C_2H_4 + CH_4$

دستون اول خروجی های اصلی ـ اتیلن و اتن هستند

دستون دوم اتیلن و پروپیلن + اتان و پروپان واکنش داده ـ خروجی های اصلی هاند

P.99 در جدول مبانی طراحی را گفته

میزان محصول و خلوص ، میزان کار در سال و ...

Plant location ۱، مهم است چون راه های آب خنک کننده را تعیین می کند و نزدیکی به بازار و مواد خام و...

۲، ظرفیت واحد صنعتی (کلیدی ترین)

۳، کسری از سال که کارخانه به تولید اشتغال دارد ← روز کاری ↓ سایر دستگاه ↑

روی اندازه دستگاهها تأثیر دارد

۴، محصولا اصلی

P.98 زیر جدول باز به 99.6 اشاره کرده و اتیلن 0.4 ناخالص متد می تواند باز این باشد

درصد تبدیل Recycle را دارد. هم اتان تازه هم برگشتی به conversion درصد

از نوع OTFC (once-through) است.

P.100 مبانی طراحی را انتخاب کردیم حالا موازنه جرم و انرژی

ابتدا واکنش را از دیدگاه سینتیکی و ترمودینامیکی بررسی می‌کنیم

3-4 را از ΔG تبدیل می‌کنیم به 3-5 که ΔH وارد خود ΔH از c_p به دست می‌آید به ترتیب c_p، ΔH و $\ln K$ به دست آمده

در 3-10 مقدار $K_{value} = 2.086$ به دست آورده

در 3-12 ترکیب درصدها مشخص شده اند

۴ مول واکنش دادهٔ آنان است

برای هر مول آنان، 0.5 مول بخار آب وارد شده $1 + 0.5 = 1.5$

از 102 تا 109 به طراحی ها پرداخته

در 103 نتایج حاصل از موازنه را بیان کرده هم از طریق شبیه سازی هم دستی (هم دستی هم مولی)

از 105 طراحی تجهیزات را شروع کرده

P.109 ستون تقطیر و quenching را با نرم افزار CC-SCDS و معادله حالت SRK رفته است

توجه داشته ← CC-THERM

caustic scrubber ← CHEMCAD

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

از P.110 آمده برآورد اقتصادی حالت پایه را انجام داده

بودش ها هیدروژن زدایی از آنان یا متان زدایی از پروپان بود.

P.101 معادلهٔ 3-12 برای درصد متان در پایان واکنش نوشته:

$$Y_{C_2H_6} = \frac{1-\varepsilon}{1.5+\varepsilon}$$

ε درصد تبدیل است

$$Y_{C_2H_4} = \frac{\varepsilon}{1.5+\varepsilon}$$

گفته 1 مول آنان به عنوان ماده اولیه باشد

0.5 مول هم بخار برای جلوگیری از تشکیل محصول جانبی

و coking استفاده شده

$$Y_{H_2} = \frac{\varepsilon}{1.5+\varepsilon}$$

P.119 در پایین ۴ حالت را مقایسه کرده (اون ۴ شکل را)

در ستون آخر به ازای kg محصول تولیدی محاسبه کرده

نمونه خوبی مادر بخش حدسازی بود که 70 ٪ هزینه را به خودش اختصاص می‌دهد

طراحی یعنی تعیین ابعاد بعد از طراحی در صفحه 111 قیمت‌ها و برآورد سرمایه لازم انجام شده

حتماً یک equipment list در پروژه باید تحویل دهیم

materials of construction ... 304.SS (stainless steel) فولاد ضد زنگ

A: Alloy آلیاژی

در ستون آخر قیمت‌های مختلف داریم. قطر و تعداد سینی‌ها در نوسان قیمت تأثیر دارد.

کالورها گرانی‌اند با توجه به ابعاد داده شده.

clad یعنی روکش دارم. روکش داخلی stainless steel است

کمپرسورها چون گاز را منتقل می‌کنند و حجم‌بری اشغال می‌کنند گران‌ترند و چون فشرده

آنها گرمازاست چندین مرحله intercooling توسط آب یا هوا می‌خواهند.

P.112 جدول 3-8 خلاصه هزینه تجهیزات خریداری شده است.

* همیشه ساخت یک دستگاه بزرگ کمتر از ساخت دو دستگاه کوچک است.

PEC: Purchase equipment cost ... هزینه تجهیزات خریداری شده

دارقیر نهی است چون معمولاً از طراحی به دست می‌آید و قابل اعتماد است. از این به FCI: Fixed capital investment هزینه سرمایه‌گذاری ثابت می‌رسیم.

PEC → FCI

اولین ردیف جدول بعد FCI است که جمع PEC جدول بالایی را برای آن گذاشته

47٪ هزینه تجهیزات هزینه نصب آنهاست

تمام اعداد این جدول با اعمال ضرایب به دست آمده‌اند. فقط PEC از طراحی به دست آمده.

D → Direct

I → Indirect → D+I هزینه مستقیم و غیرمستقیم

contractor's fee هزینه پیمانکار

Contigency fee هزینه اتفاقات غیرمترقبه

P.113 نوع دیگری از هزینه به نام هزینه‌های تولید

■ چه فرقی بین هزینه های تولید و سرمایه گذاری است ؟

هزینهٔ سرمایه گذاری فقط یک بار انجام می شود اما هزینه های تولید روزمره هستند هرروز مواد خام و آب مصرف می شود و باید به نیروی کار دستمزد دهیم

مبنای محاسبهٔ هزینه ها سالیانه است یعنی روزمره را سالیانه تبدیل می کنیم

هزینه سرمایه گذاری را هم تقسیم بر عمر مفید می کنیم و تبدیل به سالیانه می کنیم

در مورد قطر بهینه هر جا هزینهٔ کل min بود را قطر بهینه می گفتیم

جدول 3-10 هزینه های تولید است ولی نه همه آنها بخشی از آنها

Utility آب، برق، گاز، هوای فشرده

هزینه های منفی در واقع درآمد هستند نه cost

برای خنثی سازی گازهای اسیدی از NaOH استفاده می شده است

Process water آبی که در فرآیند مورد استفاده قرار می گیرد

قسمت آخر جدول محصولات فرعی هستند که هزینه بر نیستند بلکه از فروش آنها سود بدست می آید

H_2 rich gas : گاز غنی از هیدروژن

54 total credit : اعتباری که از فروش محصولات فرعی به دست می آوریم

$P = TI - TC$ ← total cost این جدول شامل همهٔ TC نشده

$TCI = WCI + FCI$ $\quad ROI = \frac{P}{I} \rightarrow TCI$

total capital investment — working — Fixed

P.P (payout period) بیانگر نرخ برگشت وجوه بانک ها دارد.

P.114 جدول 3-11 هزینهٔ کل محصول تخمین زده شده است.

operating labor نیروی کار عملیاتی

supervision نیروی نظارت عملیاتی

supply عرضه

خودم هم نفهمیدم!

54- درآمد ناشی از فروش محصولات فرعی است که به علت آن قیمت خالص کمتر می‌شود. 47. این جدول به طور کامل در فصل ۴ بررسی خواهد شد. حتماً این مثال آخر فصل چند بار دقیق خوانده شود.

«فصل دوازدهم»

مثالهای آخر مربوط به تعیین هزینه‌هستند. P.485 فصل 12 است

فصول آخر همه دو نمره دارند. نمرهٔ اول صرف طراحی تجهیزات آن قسمت شده مثلاً ابعاد دستگاهها نمرهٔ دوم به قیمتها پرداخته که PEC را تعیین FCI با اعمال ضرایب از PEC به دست می‌آید.

Transfer انتقال

Handling جابجایی

Treatment فرآوری

در این فصل به روشهای طراحی انواع دیده‌های روبرو پرداخته.

این ۳ اصطلاح چه فرقی دارند؟

transfer یا انتقال برای سیالات به کار می‌رود. چه برای مایع که توسط پمپ است چه برای گاز که کمپرسور.

compressor, fans, blowers
دمنده بنگه

Transfer
- compressor 4000 atm — تا این فشار را ایجاد می‌کند
- Blower 50 psi
- Fan 5 psi

Handling
- conveyor : نقاله → شیبر برای جامدات به کار می‌رود.
- chutes : مجرا یا کانال
- hoist : قرقره یا بالابر → این ۳ را برای جابجایی گفته که جامد است.

گاز و مایع ← Transfer جامدات ← handling

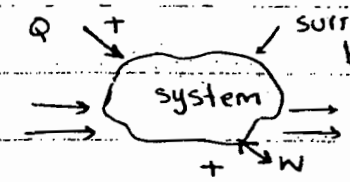
Treatment
- Blender اختلاط جامد در مایع : mixer برای اختلاط مایع در مایع

Kneader } خمیر است crusher سنگ شکن در صنایع معدنی
grinder } آسیاب که له می‌کند

P. 486 دو معادله داره ... معادله (۱) موازنه کل انرژی یا قانون اول ترمودینامیک
معادله (۲) معادله برنولی

برای مایعات: gpm : gallon per minute $\frac{gal}{min}$
برای گاز: SCFM $\frac{ft^3}{hr}$ standard cubic feet per minute
day
hour

(۱) برای سیستم باز است چون ترم آنتالپی دیده می‌شود $h = PV + U$



system | closed / open

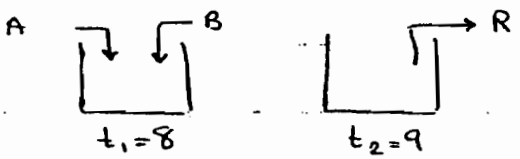
نوع فرآیند داخل System به صورت Batch یا Continuous است

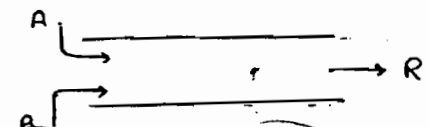
Process | Batch Int Δ
Continuous Dif $\frac{d}{dt}$

$\Delta E = \Delta (U + KE + PE + \cdots) = Q + W$ نوشته ... & Integral

$\frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt}(\quad)$ نوشته ... & Differential

$\Delta E = E_2 - E_1 = E_{t_2} - E_{t_1}$





فرآیندهای نوشته (افزاده) سیستم های باز انجام می‌شوند و کلیه تجهیزات خواهیم داشت

یعنی سیستم batch می‌تواند دیگر بسته یا باز باشد.

برای سیستم Batch پارامتر Accounting Period ظاهر می‌شود. مثلاً فرد از 8.1 تا 8.59 بررسی کنم که بسته می‌شود یا از 7.59 تا 9.1 که باز می‌شود. پس زمان بررسی اگر شامل ورود یا خروج یا هر دو شود سیستم باز می‌شود. حالا که مثلاً به تعریف ما دارد اغلب نقطه قسمتی را که واکنش انجام می‌شود می‌گیریم یعنی بسته.

از KE و PE هم معمولاً در مقابل انرژی درونی صرف‌نظر می‌کنند.

$$\Delta E = \Delta(U + \cancel{KE} + \cancel{PE} + \dots) = Q + W + \sum \dot{m}_i(\hat{H}_i + \cancel{\hat{KE}_i} + \cancel{\hat{PE}_i}) - \sum \dot{m}_e(-+/+/)$$

اگر اطلاعاتی راجع به ارتفاع و سرعت داده بودند حساب می‌کنم. اگر نه صرف‌نظر می‌کنم.

اگر Batch باشد m_i و m_e اگر continuous باشد $\dot{m}_i$ و $\dot{m}_e$

(انرژی داخلی) قانون اول ترمودینامیک برای سیستم بسته $\boxed{\Delta U = {}_1Q_2 + {}_1W_2}$ توابع حالت

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d(\dot{m}\hat{U})}{dt} = \dot{m}\frac{d\hat{U}}{dt}^{SS} + \hat{U}\frac{d\dot{m}}{dt}^{SF}$$

H	total	BtU	
$\hat{H}$	Specific	BtU/lb	$H = m\hat{H}$
h	Molar	BtU/lbmol	$H = nh$

برای اینکه SF شود $\dot{m}$ ورودی و خروجی باید برابر شود

برای SS باید: $\hat{H}_i = \hat{H}_e$

$T_i, P_i \rightarrow \hat{H}_i$ $\quad T_e, P_e \rightarrow \hat{H}_e$

$$\frac{dU}{dt} = 0 \Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow 0 = Q + W + \dot{m}(\hat{H}_i - \hat{H}_e)$$

$$-\Delta\hat{H}$$

$$\Delta H = H_e - H_i$$

(آنتالپی) قانون اول ترمودینامیک برای سیستم باز

$$\Delta H = \dot{Q} + \dot{W}$$

→ توابع مسیری

$\int d\hat{H} = \Delta\hat{H} = \hat{H}_2 - \hat{H}_1$ تابع مسیری ← تابع حالت نوشته می‌شود

$\int dW = \cancel{\Delta W} = W_2 - W_1$ علت تشکیل آنتالپی کار انجام شده برای خارج کردن جرم است (کار جریانی)

$\int \delta W = W = {}_1W_2$

تابع حالت به مسیر بستگی ندارد Q و W

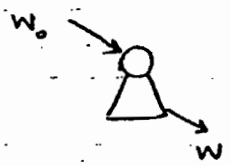
$\int dQ = \cancel{\Delta Q} = Q_2 - Q_1$ آنتالپی تابع حالت نیست به تعداد اول و آخر وابسته است

$\int \delta Q = Q = {}_1Q_2$

از معادله (۱) Q و U حذف شدند و به معادله (۲) رسیدیم

انرژی مکانیکی انرژی است که مستقیماً به کار قابل تبدیل است ← پس دو ترم بالا حذف شدند. در معادله دوم W_s داریم و در اولی W

از کاری که به پمپ داده‌ایم بخشی صرف انتقال سیال می‌شود بخش هدر می‌رود که نیست این دو کار آلی است.



$\eta = \frac{W}{W_s}$ efficiency

W : کار مفید (صرف انتقال سیال) ← shaft work

W_s : کل کاری که می‌دهیم.

ΣF ← friction

مجموع اصطکاک

$d(PV) = PdV + VdP$

سمت به اینکه کار را چگونه تعریف می‌کنیم کمی حذف می‌شود.

در سیلندر و پیستون PdV می‌ماند. چون حجم متغیر است و فشار ثابت

در پمپ VdP داریم. چون فشار متغیر و حجم ثابت

این معادله VdP دارد چون داریم روی انتقال سیال توسط پمپ بحث می‌کنیم. ΣF مربوط به مجموع تمام تلفات در اتصالات است.

$\int_2 VdP$ را همانطور رها کرده چرا نوشته $V\Delta P$. این بستگی دارد سیال تراکم‌پذیر باشد یا نباشد.

$\int_{P_1}^{P_2} VdP = V(P_2 - P_1)$ ..... (مایعات) تراکم ناپذیر

$\int \frac{RT}{P} dP = RT \ln \frac{P_2}{P_1}$ ..... (گاز ایده‌آل) تراکم پذیر

برای گاز غیر ایده‌آل از معادله حالت و ضریب تراکم‌پذیری استفاده می‌کنیم.

اصطکاکی

$dF = \frac{-dP}{\rho}$ ← تعریف اصطکاک — انتگرال → $F = -\frac{\Delta P}{\rho}$

$\frac{Psi}{\frac{lb}{ft^3}}$ $\quad \frac{\frac{lbf}{in^2} \to \frac{lbf}{ft^2}}{\frac{lb}{ft^3}} = \frac{ft\ lbf}{lbm}$ (انرژی / جرم)

تعریف اصطکاک افت فشار تقسیم بر دانسیته سیال است که واحدش انرژی مخصوص است.

$$\text{or} \quad \frac{Pa}{\frac{kg}{m^3}} = \frac{\frac{N}{m^2}}{\frac{kg}{m^3}} = \frac{(N.m)}{kg} \quad (J)$$

مثال -

$K_i = \frac{P_i^S \gamma_i}{P \hat{\phi}_i}$ چه طور به دست می‌آید — خط معادله کاربردی

$K_i = \frac{y_i}{x_i}$ چطور استفاده می‌شود.

اصطکاک چطور به دست می‌آید؟

$\int dF = \int \frac{2fv^2 dL}{g_c D}$ ○ درلتاب هست.

$\hat{KE} = \frac{1}{2g_c} v^2$ ..... حتما در سیستم انگلیسی باید g_c را لحاظ کنیم.

$\hat{PE} = \frac{g}{g_c} z$

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

- g_c که مقدار ثابت است .
- اصطکاک را باید برای قطر یا سطح مقطع ثابت حساب کنیم .
- برای لوله با قطر ثابت چه موقع v ثابت است ؟ وقتی دبی ثابت باشد .

- در شرایط عملیاتی ثابت $N_{Re} = \frac{\rho D v}{\mu}$ باشد ، f هم ثابت است .

جریان آرام

LF : $Re < 2100$ $\quad f = \frac{16}{N_{Re}}$

$Re < 1600$

P 488 در مقاله شرایط رآلفته . برای کتاب بنه ممکن است شرایط سؤال شود

تحت شرایط فوق به معادله زیر می رسیم :

$$F = \frac{2 f v^2 L}{g_c D}$$

معادله افت انرژی ناشی از اصطکاک در لوله های مستقیم

سیال تراکم پذیر و دمای سیال ثابت باشد . ① ②

③ وقتی یک سیال تراکم پذیر را طی می کنیم باید $\Delta P < \frac{1}{10} P_1$ که شود .

④ اگر دما هم ثابت نباشد با شرط $\Delta P < 0.5 P_{max}$ می توان از فرمول استفاده کرد .

⑤ اگر سطح مقطع دایره نبود هم قطر معادل که ۴ برابر شعاع هیدرولیکی است .

$D_e = 4 R_H$

$R_H = \frac{S}{P_w}$ ← سطح مقطع / ← محیط تر شده

⑥ تلاطم

TF : $Re > 4000$

دو فرمول داریم .

12-5 $\quad f = \frac{0.079}{N_{Re}^{0.25}}$ لوله صاف و صیقلی Smooth

12-6 برای لوله های زبر

1600 تا 4000 را ناحیه گذار می گویند .

critical region

معادله laminar شیب شیری وارد میزان اول 16 است و معادله متلاطم شیب کمتر.

ε → roughness 12-5

ε/D → relative roughness 12-6

P.490 جدول ۳ ستون وارد. ستون اول علت اصطکاک، دوم فرمول اصطکاک، سوم حالتای جدی و محدودیتهای خاص استفاده از فرمول.

لوله که با سطح مقطع ثابت داشته باشد معمولا لوله مستقیم باشد و بعد لوله بلند باشد یعنی حالت fully developed که می‌خواهیم بشود صرف نظر کرد.

اگر لوله بلند باشد این دو قسمت در اول و آخر که صرف fully developed شدن می‌شود قابل صرف نظر می‌شود

$$F = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2\alpha g_c}$$

α وابسته به رژیم جریان است. laminar 0.5

Turbulent 1

در ستون سوم در حالت قسمت کاهش ناگهانی فشار sudden interaction است و سرعت دوم را در نظر می‌گیرد.

K_c ضریب تغییر فشار است.

$$F = \frac{K_c V_2^2}{2\alpha g_c}$$

در یک ستون هم تغییر فشار تدریجی را داره.

Conical, rounded shape

$K_c = 0.05$

در ردیف چهارم اتصالات زانویی‌ها و نقشه

$$F = \frac{2fV^2 L_e}{g_c D}$$

X کتاب پنجم

★ کتاب پنجم

تعریف طول معادل: طولی از لوله مستقیم که همان میزان افت فشار را دارد که دستگاه مورد نظر دارد.

خم زانویی 90° هم چهارتا $\frac{Le}{D}$ دارد. انگیه تغییر مسیر درجه بسیاری انجام (طول)

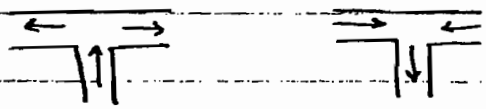
می شود روی $\frac{Le}{D}$ تأثیر دارد.

اگر در مسیر کمی باشد افت فشار زیاد و Le زیاد است.

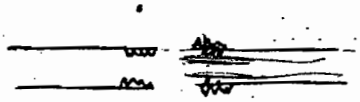
اگر در طول زیادی باشد افت فشار کم و Le کم است.

سه راهی:

Tee یا سه راهی می تواند به عنوان mixer یا divider استفاده شود.



اگر لوله ها به شکل روبرو باشند به هم پیچ می شوند.



اگر هر دو در یک جهت رزو داشته باشند باید از مغزی استفاده کنیم. coupling

شیرها برای قطع و وصل یا تنظیم دبی جریان به کار می روند.

شیر کشویی gate valve
شیر فلکه globe valve
} هر دو در حالت باز (کاملا باز) مقایسه کرده.

اریفیس:

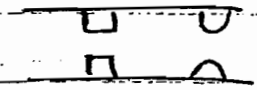
اریفیس باعث ایجاد افت فشار می شود.

برای دبی های مشخص افت فشار را محاسبه می کنند و سختی کالیبراسیون تشکیل می دهند.

وقتی سوراخ کوچکتر است افت فشار بیشتری ایجاد می‌شود تا وقتی سوراخ بزرگتر است.

$\frac{D_o}{D}$ $\frac{\Delta P_f}{\Delta P}$

$F = \frac{\Delta P_f}{\rho}$ ← افت فشار

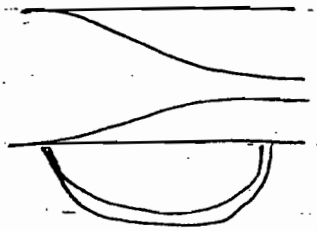


sharp edge حالت ۱ conical حالت ۲ ← Sudden interaction نرمول عین حالت

$$F = \frac{(V_o - V_2)^2}{2\alpha g_c}$$

← اریفیس

8. Venturimeter



ستون آخری گوید از افت فشاری که مانومتر دارد حساب می‌کند. جدید مربوط به venturi است.

Venturi افت فشار کمتری و اصطکاک کمتری نسبت به اریفیس دارد.

P.497 - 492 سه مثال برسنجی نرمول 12-12 حل شده.
سراسخان استاد دال مکانیک سیالاتی به این شکل نمی دهد.
ازاین به بعد راجع به مقدارهای استحکام لوله بحث می‌شود.

7. عامل زبری (کتاب بسته) پارامتر مقابل آخر. slection of piping material P.498 *

اگر لوله در معرض آتش قرار گیرد ① اتفاق برای کلیه لوله‌ها می‌افتد، ② چقدر شوک حرارتی به آن وارد می‌شود و شکسته می‌شود. استحکام آن دست خوش چه تغیری می‌شود

③ امکان استفاده از عایق سازی برای جلوگیری از تماس لوله با آتش

④ اثر سوء خورنده که از درون لوله عبور می‌کند تا اینجا عوامل محیطی بودند حال داخلی

بدنه جنس لوله باید مناسب باشد

⑤ joints و connections و اتصالات که برای روان کار باید حواسمان به روغن قابل احتراق باشد

⑥ انساط گرمایی است پس اثر تغییر دمایی سیالات قرار دریم حواسمان باشد

⑦ سازه‌ای با سیال عبوری بعنی با سیال واکنش ندهد

استاندارد ضخامت لوله‌ها B (Sch. NO)

$$Sch.NO = 1000 \frac{P_s}{S_s}$$

معیار ضخامت لوله و در نتیجه استحکام آن

S_T = Tensive stress تنش کششی

فشاری که اگر سیال اعمال کند آن تنش مماسی را ایجاد می‌کند

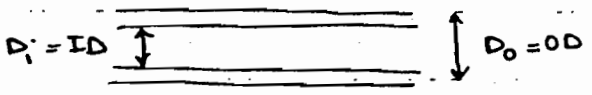
$$S_T = \frac{P_b}{2 t_m} D_m \qquad P_b = \text{bursting Pressure}$$

تنش مماسی

فشاری که اگر از طرف سیال به درون لوله باید اعمال شود که باعث ترکیدن لوله شود.

t_m: min wall thickness حداقل ضخامت جداره لوله

D_m: mean Diameter.



قطر $t = \frac{OD - ID}{2}$

شعاع $t = OR - IR$

D_M : اگر قطر لوله ثابت نیست و تدریجی کم و زیاد می‌شود باید قطر متوسط تعریف کنیم

P_s = Safe working Pressure فشار امن کاری $P_s = 0.75 P_b$

S_s = Safe stress $S_s = \frac{P_s D_{mean}}{2 t_{min}}$

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

/

(ادامه)

ستون آخر وزن لوله بر حسب lbf بر اساس طول لوله 1 ft و جنس فولادی داده

lin = linear $94.7 \simeq 40$ kg

P499 پاراگراف 2 تقریبی و برمبنای اندازه اسمی لوله

طراحی سیستم های لوله کشی B کد آمریکا

P500 ■ نکاتی که در طراحی سیستم لوله کشی باید رعایت شوند نام ببرید. (5 مورد) کتاب بسته *

1 انتخاب جنس لوله و اندازه لوله

2 بررسی اثر تغییرات دما از سه جنبه انبساط حرارتی، انجماد و عایق بندی

3 ایجاد انعطاف پذیری لازم در سیستم لوله کشی که در برابر نیروهای فیزیکی و حرارتی مقاومت کند

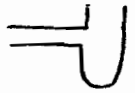
4 تکیه گاه کافی برای لوله که لوله خم نشود

5 سهولت تعمیر، بازرسی و نگه داری

مورد 1 بعداً به تفصیل بررسی می شود

2 افزایش دما باعث انبساط حرارتی (thermal expansion) و ازدیاد طول می شود.

thermal expansion ⟶ strain elongation



در اثر انبساط یا لوله کج می شود یا طرفی که لوله به آن متصل است و ترک می خورند.

expansion loop

بس باید پیش بینی کنیم: ① از حلقه انبساط استفاده کنیم.

② از اتصالات تاشو استفاده کنیم.

$\frac{t}{R} = \frac{t}{\frac{D}{2}} = \frac{P_S}{S_S}$ 1000 برابر این نسبت Sch. NO است.

که بیانگر ضخامت لوله و در واقع نسبت ضخامت لوله به شعاع است.

به دو طریق می‌توان از Sch. NO استفاده کرد.

S_S تابعی به نوع جوش لوله و جنس آن دارد

S_S { 6000 psi / 49000 kpa butt - welded
9500 Psi / 62000 Kpa lap - welded

butt - welded یعنی الکترود بین دو لبهٔ ورقه است.

lap - welded وقتی است که دو لبه روی هم هستند و الکترود رو تراز می‌کند.

در طراحی مرسوم این است که Sch. NO مجهول باشد. Sch. NO 40, 80

P. 962 ابعاد لوله‌های فولادی جدول ۱۲۳۱

ستون اول قطر یا اندازهٔ اسمی لوله برحسب in از 1/8 تا 24.

این قطر اسمی نه قطر خارجی لوله است نه داخلی.

ستون دوم قطر داخلی و چهارم قطر خارجی است که اعداد اعشاری دارد.

سیستم آمریکایی برخلاف متریک اعداد اعشاری ندارد بلکه کسری است.

برای یک قطر اسمی به خصوص قطر خارجی ثابت است. قطر داخلی متغیر است.

قطر داخلی ↑ ضخامت ↓

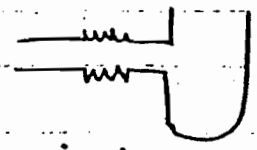
دستون ۴ و ۷ سطح جانبی داده شده است. برمبنای 1 ft طول لوله می‌باشد.

A_{out} سطح جانبی داخلی و خارجی واحد ft^2

A_{in}

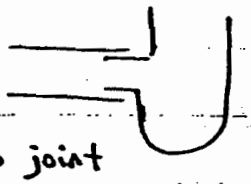
واحد سطح مقطع در ستون ۵ in^2 است.

حالت آکاردئون دارد.



Bellow joints

(۳) دولوله روهم قرار گیرند تا جای بازی داشته باشند و عقب جلو بروند. اما باید خوب آب بندی شوند.



slip joint

گاهش دما باعث انجماد می‌شود.

مثلاً CO_2 freezing که باید عایق بندی لازم برای آن لحاظ شود.

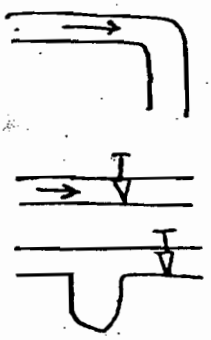
خط را با بخار دمال می‌کنند و گرم می‌کنند تا تخلیه شود.

steam tracing

(۳) شوکهای فیزیکی

در خطوط لوله زانویی و شیرهای قطع و وصل جریان داریم

ضربه شدیدی به ذرات مثلاً بشر تا دوباره از طرف سیال وارد می‌شود.



زنی ثابت، قطر ثابت، به علت افزایش قطر سرعت یکباره کاهش می‌یابد و با شدت کمتری برخورد می‌کند.

surge / expansion chamber

اگر در پمپ حبابهای گاز باشد یا در توربین گازی قطرات مایع باشد خطرناک است.

دو فازی بودن خوب نیست. حبابها تا فشار 10,000 psi می‌توانند ایجاد کنند و به پره‌های پمپ صدمه بزنند. راه حل Dearation (هوازدایی) است که قبل رسیدن به پمپ حبابها و گازها را خارج می‌کنیم.

Cavitation سوراخهایی است که به علت ضربات حبابها در پره ایجاد می‌شود.

cavity حفره.

(۴) برای نظرهای مختلف لوله، فواصل لازم برای دو تکیه‌گاه متوالی را بیان کرده‌اند.

هرچه قطر لوله ↑ فاصلهٔ دو تکیه‌گاه ↑

⑤ دو شیوهٔ لوله‌کشی : روکار و توکار.

خط لوله شهری و آب شهری را برای در دسترس بودن توکار می‌کنند. مثلاً در بیابان‌ها ① خاک عاقی است و منجمد نمی‌شوند اما عیب آن ② خوردگی بیشتر آن در خاک نسبت به هوا است. حفاظت کاتدی از طریق جریان الکتریکی یا آند فداشونده انجام می‌شود.

② درصورت ترکیدگی یا شکستن یافتن نشتی آن سخت است.

1. آخر P500

pipe sizement 8

P501 جدول سرعتهای اقتصادی توصیه شده برای تعیین اندازهٔ لوله‌های فولادی داده شده

براین مبنا قطر بهینه را مشخص می‌کنیم. اگر برای دبی ثابت، سرعت را دانسته باشیم به راحتی سطح مقطع و قطر به دست می‌آید.

$$\frac{\frac{ft^3}{s}}{\frac{ft}{s}} \quad \frac{\dot{m}_v}{v} = A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (ft^2)$$

دسکوز

جدول دو قسمت تریم آرام و متلاطم دارد.

L $v = 10 \frac{ft}{s}, 3 \frac{m}{s}$

G $v = 100 \frac{ft}{s}, 30 \frac{m}{s}$ اگر جایی نداره بودند همین اعداد فرض شود

ردیف اول برای مایعات است. $1-3 \frac{m}{s}$

تا کم فشار و پرفشار تقریبا از جدول مشخص شده.

درقسمت آرام دو عامل مؤثر است. دسکوزیته و قطر. قطر را متریک و in داره.

نه دسکوزیته کم، متوسط و زیاد، آلزینه.

با افزایش قطر سرعت مجاز از 1 به 1.07 و 1.5 رسیده یعنی زیاد شده

چرا؟

$$\downarrow v = \frac{\dot{m}_v}{A} \quad D \uparrow$$

این سرعت مجاز است. نه سرعت یعنی مجاز هستیم

سرعتهای شیری عبور بدهیم.

در یک ردیف با افزایش ویسکوزیته سرعت کم شده . چون لزجتر کشنده

12-15 جریان آرام که قطر داخلی لوله را پر کرده . 12-16 جریان متلاطم .
قطر < 1 in قطر > 1 in

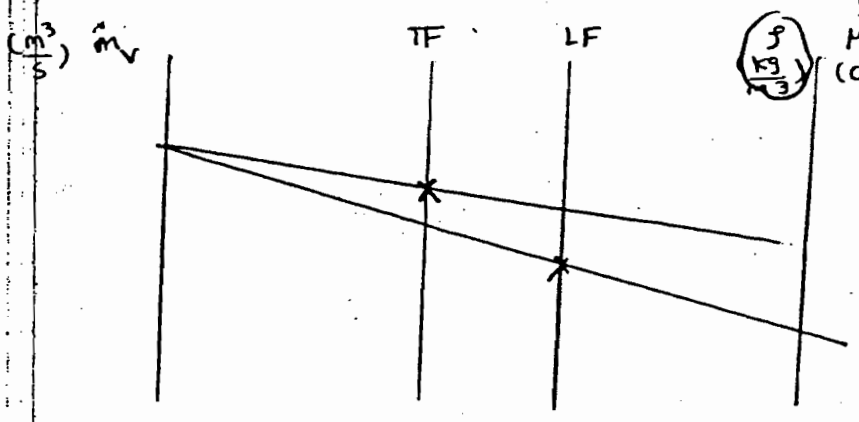
T.F $D_{i,opt} = a \dot{m}_v^{\,b} \rho^{c}$

LF $D_{i,opt} = a' \dot{m}_v^{\,b'} \mu^{c'}$

هردو معادلات بی بعد هستند . به واحدهای فرمول ها توجه کنیم . حتماً باید با این واحدها کار کنیم که به قطر بر حسب (m) برسیم . اگر نبود باید تبدیل کنیم .

چون توانها و ضرایب اعشاری اند پس رابطه توانی نیست .

P502 همین دو معادله را در nomograph داده که در امتحان استفاده از نمودار راحت تر است .
چون واحدها بزرگ است در ستون عمودی اعداد کوچک هستند . حتماً از واحدهای درست خود نمودار استفاده کنیم .



دی حتماً باید مشخص باشد که به دانسیته یا ویسکوزیته سیال متصل می شود و با توجه به متلاطم بودن یا آرام بودن قطر لوله به دست می آید .

اول یک رژیم جریان باید فرض شود، تقریبا به درست می‌آید، Re را حساب می‌کنیم
اگر درست بود که هیچ. اگر نه رژیم دیگر. $Re = \frac{\rho D v}{\mu}$
معمولاً اگر حدس اول درست نباشد حدس دوم درست درمی‌آید مگر خیلی لب مرز باشیم
ρ, μ هر دو لازم شدند.

گاز $\rho = \frac{PM}{ZRT}$ گاز ایده‌آل

ضمناً طوین

atm و ... دما و فشار اگر نداده باشند استاندارد.

M جرم مولکولی مخلوط گاز یا مایع خالص
(O_2) (هوا)

* اگر مخلوط غیرایده‌آل باشد به Z نیاز است که بستگی به T_c و P_c دارد.

هروقت R یاد مول وقت!

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{(101300\ Pa)\ (0.0224\ m^3)}{(1\ atm)\ (22.4\ L)\ (1\ gmol)(273\ K)}$$

N/m^2

مایعات $\rho_A = S.g_A \cdot \rho_{H_2O}$ L

P.881 ضرایب تبدیل.

P.959 Sp.gr مایعات D-9.

Acetic acid	0
	30

$\rho = a + bT$ $\quad 1.067 = a + b(0)$
$\quad 1.038 = a + b(30)$

⚡ اگر جاره‌ای در جدول نبود نزدیکترین ماده هم خانواده را می‌گیریم. جرم مولکولی هم نیست.
آرومانیک بودن

⚡ این جدول را برای هردمای دیگری می‌توان استفاده کرد. مثلاً اگر 18 بود 90 بود همان عدد

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

برای μ گازها و مایعات : P.950 ، P.952

$$Re = \frac{\rho D v}{\mu}$$

$$Re = \frac{1280\, \dot{m}_v \rho}{\mu D}$$ صفحه P.502 جدول

$$v = \frac{\dot{m}_v}{A} \quad \frac{ft^3/s}{ft^2} = \frac{\dot{m}_v}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow Re = \frac{\rho D \dot{m}_v}{\mu \frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4}{\pi} \frac{\rho \dot{m}_v}{\mu D}$$

P.499 پاراگراف سوم و چهارم راجع به تفاوت Tube و pipe صحبت شده است.

۱) هدف از pipe انتقال جرم و هدف از tube انتقال حرارت است.

۲) tube در shell متداول‌ترین سطح حرارتی

Tube قطر محدود دارد زیر 2 in اما pipe از $\frac{1}{8}$ تا 24 اینچ است

۳) چون هدف در tube انتقال گرما است از فلزات رساناتر و معمولاً از آلیاژهای مس به خصوص برنج استفاده می‌شود

brass { Cu : ترکیبی می‌زند
Zn : ترکیبی می‌زند

bronze { Cu
Sn

۴) در tube قطر اسمی وجود ندارد. nominal pipe size نه قطر خارجی است نه قطر داخلی. یک سرصحیح یا عدد صحیح می‌خواستیم. برای tube ملاک قطر خارجی است.

۵) معیار استحکام فرق می‌کند. BWG : Birmingham Wire Gauge

ضخامت

Sch. No ↑ ⇒ t ↑

BWG ↑ ⇒ t ↓

برای tube، BWG تعریف می‌شود.

ضخامت

از P.961 می‌فهمیم

دیگر منظم BWG داریم.

$$\text{ضخامت} = \frac{OD - ID}{2}$$

تنظیم داخلی برای BWG های مختلف فرق می‌کند. سطح مقطع برای انتقال جرم برحسب in^2 داده. سطح جانبی را برای واحد طول لوله داده.

پس ۲ مورد تفاوت در کتاب بسته هم است.

chapter 10 440

خوردگی هرگونه تخریب در مواد در اثر تماس با محیط است. اما این تعریف خیلی کلی است. ما معمولاً با خوردگی فلزات سروکار داریم. که بیشتر واکنش‌های الکتروشیمیایی باعث تخریب می‌شوند.

P.441 مقاومت در برابر خوردگی برای مواد مختلف داده شده است. emf آنها مشخص است. اول لیست منیزیم و آخر طلا و پلاتین هستند. به طور کیفی

برای جلوگیری از خوردگی لوله‌های تولید دو روش داشتیم. در آند فداشونده منیزیم را در جاهای مختلف لوله وصل می‌کردیم.

P.444 راجع به خواص مواد صحبت می‌کند. آلیاژها یا فلزات پایه آهن را گفته که بیشتر بحث متالورژی است.

منظور از steel فولادی است که علاوه بر آهن فقط کربن دارد. (فولاد کربن دار)

علیرغم مقاومت محدود steel در برابر خوردگی اما کربن استیل در صنایع مختلف کاربرد دارد. این نوع از فولاد برای اکثر مواد شیمیایی آلی، محلول‌های خنثی و محلول‌های بازی آبی در دماهای پایین مشکلی ندارد.

علت: در دسترس است، هزینه پایین، سهولت و آسانی ساخت آن، حتی در سوراخ

خوردگی = 0.13-0.5 $\frac{mm}{year}$ = ضخامت خوردگی ضخامت را بیشتر می‌کنیم و از اول ضخیم‌تر بگیریم. وهی منزل نیست!

می سازیم و فضای را برای خوردگی در نظر می‌گیریم . این در صورتی است که آن آهن خورده شده وارد سیال که می‌شود برای سیال مضر نباشد مثلاً سیال خوراکی نباشد .

فولادهای آلیاژی : Low alloy steels : فولادهای کم آلیاژ

- Ni باعث افزایش استحکام (toughness) می‌شود ، برای بهبود خواص در دماهای پایین و مقاومت در برابر خوردگی استفاده می‌شود
- استحکام ↗ چقرمگی : مقاومت در برابر ترک و خزش و تنش شکل ↘ سختی : ↗ ↘
- کرم و سیلیکون مقاومت در برابر سایش (abrasion) را افزایش می دهند، سختی را زیاد می‌کنند مقاومت در برابر اکسیداسیون را بالا می برند .
- مولیبدن افزایش استحکام در دماهای بالا

stainless steel : فولادی که به راحتی زنگ نمی‌زند . بیش از ۷۰ نوع دارد :

AISI نرم و کشش خوار است

ACI به شکل مذاب باید شکل دهی شوند و بعد سرد شدن کاری روی آنها نمی توان انجام داد

Alloy casting institute انجمن قالب‌گیری آلیاژها .

قابلیت cold working دارند .

P.446 ـ خط دوم سه دسته بر گردانده‌اند که stainless هستند .

اولی فقط حاوی کرم به میزان 12-20٪

اینها را با heat treatment با فلزی گرمایی می توان سخت کرد .

از آن دسته در مقابل خوردگی‌های کم می توان استفاده کرد .

دومی دارند کرم بیشتر . ۱ درصد بیشتر کربن ندارند . کربن شکننده است .

با کاربرد می‌توان استحکام آنها را زیاد کرد و مقاومت خوردگی خوبی دارند . در مقابل

بازها و محیط های اکسید کننده خوب هستند اما در مقابل اسیدها مثل HCl مقاومت زیادی ندارند.

سری پرکاربردترین دسته هستند. مقاوم ترین از لحاظ خوردگی هستند. دسته های مثل Ni نداشتند اما اینها دارند. نزدیک 0.08 درصد کربن دارند.

carbide percipitation برای جلوگیری از (coking) کربنیت شدن

Austenitic : پرکاربردترین در صنعت

P.456 جدول 10.7 آلیاژهایی برای کاربردهای دما بالا

Ti ، Cb و Mo برای افزایش مقاومت نسبت به خوردگی استفاده می شوند.

Austinity

Stainless sted 304 بعد کربن استیل بیشترین کاربرد را دارند و بعد از آن S.S 316

bal یعنی باقی آن است. Ni یعنی باقی Ni است

bal.

Cast irons چدن علاوه بر کربن سیلیس هم دارد.

Ductile- iron آهن چدن خوب.

Cast stainless درصد کروم بالاتر است.

super alloys آلیاژهای برتر علاوه بر کربن و سیلیس، تنگستن و تیتانیوم و... هم دارند

P.448 به تقسیل فولادهای Austenitic را گفته.

General purpose چند منظوره 304 L

Low carbon به جای 0.08 درصد

درصد کربن 0.03 دارد.

P.458 10-8 مصالح ساختمانی و مقاومت در برابر خوردگی آنها.

دو دستهٔ کلی دارد metals ، nonmetals گنتم خوردگی شامل غیرفلزهم می‌شود

یک ماتریس از مواد (مصالح ساختمانی) تشکیل شده

A : قابل قبول (مناسب)

C : احتیاط (شرایط خوردگی وابسته به شرایط است)

X : کاملاً نامناسب

جای خالی یعنی اطلاعات کافی در دسترس نیست

GRS : لاستیک طبیعی برای مشکل نشتی لاستیک مراقبت مثل انعطاف پذیری بیشتری دارد.

اما تفلون در مقابل اثر شیمیایی مقاوم است

red b : برنجی که مس بیشتری دارد.

شیشه دو نوع دارد مقاوم در برابر گرما (پیرکس) و مقاوم در برابر ضربه (کوارتز)

در صنعت از پیرکس بیشتر استفاده می‌شود.

کربن در اشکال مختلف است الماس، گرافیت و... اینجا منظور گرافیت است carbide

استیلاستیک در حالت خام برای آلومینیوم خوب است.

اسیدهای رقیق خوردگی بیشتری نسبت به خالص دارند

در اسیدهای خالص pasivity رخ می‌دهد یک لایه از اکسید فلز روی آن را می‌پوشاند و لایه غیرفعال می‌شود و رویین می‌شود. این پدیده ناپایدار است به خصوص اگر circulation وجود دارد اما اگر سکون داشته باشیم از pasivity می‌شود استفادهٔ مثبت کرد.

از پلاستیک‌ها کمتر در صنعت استفاده می‌شود بیشتر در مقیاس‌های کارگاهی و آزمایشگاهی.

در صورت ۹-۱۵ : خطای ویژه، تنش کششی (MPa) S_s ، میزان انعطاف پذیری نلز، حداکثر دمای که می‌تواند تحمل کند.

solvents در ستون آخر عبارت خلیج کلی است بیشتر منظور حلال‌های آلی است.

A : مورد حمله قرار می‌گیرد H : سخت است.

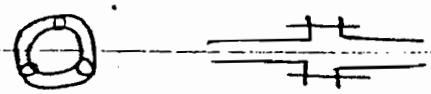
E : شکننده می‌شود S : اثرات محقق تخریبی

D : تجزیه می‌شود

پارامتر یا قبل آخر

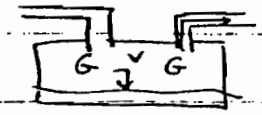
P.499 ادامه بحث علاوه بر لوله و پمپ در لوله‌کشی وسایل جانبی کمکی داریم (auxilaries) باید استحکام لازم را داشته باشند در پارامتر بالا گفته اتصالات رزوه دار threaded fittings

فلنج شبیه لبه‌های لوله قرار می‌گیرد



انواع شیرها، دی‌بخ‌ها (واریس متر)

تله بخار که بخار را از مایع جدا می‌کند



گاز عبور می‌کند، بخار فانع می‌شود

کاربرد: برای اتصالات قسمتهای مختلف (فلنج) تغییر مسیر (زانویی و سه‌راهی) و به‌دست‌آوردن شرایط

فلنج قطرهای بالای 3in ..... 3 in = 5 m.o.

اتصالات پیچی زیر 3 in

درمورد مواردی از فلنج و درمورد مواردی از فلنج استفاده می‌شود؟ کتاب بنه

P.503 تا اینجا طراحی بود حالا هزینه

نمودار 12-4 هزینه خرید لوله‌های جوش خورده و پیچی به ازای واحد طول

مجهول in و ft است . سمت راست هزینه با آن قطر به مقصد به ازای واحد طول داده

(الکترودهای آنها) ارزان‌تر و کاربرد بیشتر ← لوله‌های درزدار welded

(الکترودروی آنها) بدون درز seamless

جوش اتصال دائمی است اما پیچ اتصال موقت است

لوله بدون درز دوبرابر درزدار هزینه دارد . 4 تای پایین لوله‌های پیچ شده هستند

انتهای سمتی 3 in است . Sch 40 از Sch 80 ارزان‌تر است به خاطر ضخامت

نمودارهای بالاتر برای کربن استیل است . L ← low

برای 314 و 347 باید قیمت در 1.25 و برای 316 در 1.47 ضرب شود

حسن پایه C.S و Sh. 40 است .

Stainless steel پایه هم 304 است .

P.504 فقط حسن ترق کرد . بودن ۵ هزینه خرید لوله‌های چدنی به ازای دامدطول
به جای فولاد .

rating : میزان بار یا وزن قابل تحمل توسط لوله

تفاوت در نوع اتصال و rating است .

در نمودارهای بعدی سایر جنس‌ها آمده‌اند لوله‌های شیشه‌ای مقاوم در برابر گرما
کاربرد آزمایشگاهی نه صنعتی

لوله‌های شیشه‌ای طولهای 5 ft و 1.5 m دارند .

لوله‌های آلومینیومی chemical - led ← تقریباً مخالفت جدوله داده شده sch.NO ذکر شده
سرب led به داخل توک ورادهم می‌توسند

P.V.C پلی وینیل کلراید (لوله پولیکا) شکننده است به خصوص اگر در معرض آفتاب باشد

plain بدون دزد threaded شیاردار

S_S برای PVC ← از جدولی که گفتیم در اول ساعت

شیرها - 8

مثل لوله‌ها یا پیچی هستند یا فلنج و بالعکس

محدوده نمودار 7 و 8 را ببینیم .

حداکثر قطر برای پیچی در 7 ... 3 in است

پایین 2 in به بالاست و تا حدود 20 in می‌رود

globe valve شیر فلکه - دراین دو نمودار تفاوت درجنس هاست .

gate (شیر دروازه‌ای (کشویی

check شیر یکطرفه

صفحه بعد دو نوع دیگر است

Plug valve شیر سماور یا طوقی ← دو نوع پیچی و فلنج ← 3 in تا

pinch valve شیر فشاری !

در پایین شیرهای دیافراگمی که مثل سرپه‌ای جلوی جریان را می‌گیرد .

split body دو تکه ساخته است

barstock یک تکه ساخته است

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

نمودار بعد شیر کلیه ـــ وکنترل است

برای هدایت سیال به قسمت دیگر

برای شیرهای کنترل تنها تفاوت چی کنترل می‌شود قیمت فرق می‌کند.

قیمت بعد هزینهٔ عایق بندی ـ و رنگ زنی توجه است ،

پشم شیشه ، الیاف شیشه و کیپ منیزیم است

ضخامت عایق : 1.5 in 0.5-2 in 1.5-3 in پشم معدنی fiber glass

قیمت رنگ زنی را برای لایهٔ آستر (مثلاً زنگ) و رنگ نهایی گفته شاغل نروی کار.
Primer

پمپ ها 8

default پمپ سانتریفوژ است . work horse (اسب بارکش صنعت)

برای انتقال انواع مایعات به کار می‌رود . ظرفیت از 0.5 تا 20 هزار مترمکعب در ساعت

تا ارتفاع حدوداً 5000 متر بالا ببرد . فشار حدود 48 MPa

P509 و P510 نمودار و جدول . نوع پمپ مناسب را می‌توان گرفت . خط چین ربوط

به محور چپ و پره‌ها حال محور راست هستند : به هر فشاری می‌خواهیم برسیم

سمت راست . به هر ارتفاعی می‌خواهیم برسیم سمت چپ . کنار هر خط اسم یک نوع پمپ

نوشته شده . جدول هفته بعد به انتخاب نوع پمپ کمک می‌کند.

General guidelines.

ستون اول نوع پمپ ، دوم حداکثر فشار خروجی از سیستم یک پارچه ، سوم حداکثر افزایش

فشار با چند پمپ سری . یا

فشار به ازای هر مرحله ، ظرفیت مایع برحسب $\frac{m^3}{s}$ که واحد بزرگی است . ستون بعد

efficiency ، $\frac{W}{W_0}$ و ستون آخر مزایا و محدودیت‌ها.

ارزان ، ساختمان ساده ، هزینه نگه داری کم .

بازده پمپ 80-90 درصد که ضلی متغیر است . 80 خوبه ولی 90 نه .

عیب : نقطه دیگه زیر 0.1 Pa.s پمپ اثر سیال گرانروی زیادی داشت نمی‌شود .

احتیاج به پرشدن دارد . خودمکش نیستند و کاویتاسیون دارند (به علت سرعت بالای گردش پره)

حداکثر بازدهی در دامنهٔ محدودی اتفاق می‌افتد

limited

شکل 14-12 نوع ساده پمپ سانتریفوژ P.511

حداکثر فشار kpa 48000 در هر مرحله 2000 kpa

در سانتریفوژ مکش نیاز است ولی رفت و برگشتی خودش suction ایجاد می‌کند

پمپهای محوری به جای شناور

P.516 نمودار 17. efficiency پمپ سانتریفوژ بر حسب ظرفیت - از زیر 20 تا 90.

پمپ گشتاوری: برای بازدهٔ بالا باید دبی بالا داشته باشیم

ارتفاع ↓ فشار ↓ سیال با ۲ پایین دبی بالا

سومی نوع توربین هزینهٔ بالا دارند. برای مایعات فرار خوب هستند

ظرفیت پایین
پمپ های جابجایی مثبت §

دنده‌ای § هزینه متوسط چند ویسکوزیته تا 400 kpas را می‌تواند بدهد ظرفیت 0.1 $\frac{m^3}{s}$

ارتفاع بالایی ایجاد می‌کند و سروصدای کم دارند

lobe ← لاله گوشی، حلزونی شکل در مورد پمپ نفت

تا 1 Pa.s برای ویسکوزیته.

پیستونی § ظرفیت پایین 0.04 $\frac{m^3}{s}$

مارپیچی - § مثل چرخ گوشت که سیال را روبه جلو می‌راند. برای مواد ویسکوزیتهٔ بالا

هزینه نگه‌داری ↑ تا 1000 pa.s را می‌تواند جابجا کند. ظرفیت پایین

sliding vane § با تیغه برون جهنده، در اثر نیرو از مرکز تیغه‌ها برون می‌آیند

momentum transfer: برای سیالات corrosive مناسب است. جوی سیال است که سیال را به گردش Jet
وا می‌دارد نه پره.

P.517 : قیمت پمپ ها.

حروف ربط می‌شوند. که توان بهتر است که

باید استفاده شود. برحسب KW

سمت راست صول برای تصحیح هزینه است.

حسن پایه جزئی است. برای ساخت کل

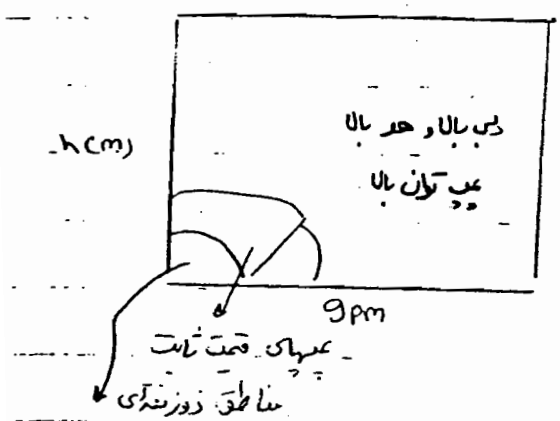
با نیرو در 1.6 ضرب می‌کنیم.

Cu, Sn ↙

قیمت شامل پمپ، پایه پایینی فلزی و کوپلینگ است.

↓

shaft متصل کنندهٔ پمپ به موتور است.



بعضی اوقات فقط قیمت پمپ را می‌دهند الکتروموتور را خودمان باید حساب کنیم این نمودار هم هزینه موتور را شامل نمی‌شود

12-20 باز پمپ سانتریفوژ است که ظرفیت دبی خروجی بالا ظرفیت دبی خروجی است. $\frac{gpm \times psi}{\text{ضریب ظرفیت}}$

پمپ و موتور می‌توانند نسبت به هم Vertical باشند یا horizontal

محدودیت این نمودار فشار تا 10 atm است یعنی حداکثر فشار خروجی 150 psi

12-21 رفت و برگشتی با جنس های مختلف هملی 150 psi پایین سمت راست تصحیح فشار دارد برای است

12-22 دنده‌ای با جنس های مختلف. آیا تغییر دنده امکان پذیر هست یا نه؟
حداکثر فشار خروجی 100 psi

12-23 دوار، گریز از مرکز و دیافراگم
ضریب تصحیح برای فشار و جنس. 10 atm ≈ 1035 kpa

12-24 هزینهٔ الکتروموتورها. به نوع برق اشاره کرده.
بدنه می‌تواند یکپارچه یا صفحه شکاف باشد یا drip proof گفته که باید حفاظ داشته باشد
برای انتقال به کار می‌روند و فقط برای تهویه هستند. ← Compressor , Blower , Fan P.531
(حجم و فشار) حجم‌های بیشتری از مایع را جابجا می‌کند. تا 3atm می‌تواند فشار را افزایش دهد.
compressor می‌تواند فشار گاز را به 4000 atm برساند. حجم زیادی از گاز را می‌تواند به فشار بالا برساند.

- Fan 0.5 psi
Blower 50 psi
Compressor 4000 atm

drive : نیروی محرکه

نیروی بخار، توربین، الکتروموتور و موتورهای درون سوز می‌توانند نیروی محرکه باشند.

کمپرسورها ممکن است چند وزنه باشند.

در نوار P.531 حداکثر فشار 1000 psig است

در نوار ساترفیوژ و رفت و برگشتی را گفته

ضریب تصحیح هم در این شکل داده شده است

P.532 قیمت‌ها برحسب ظرفیت حجمی داده شده‌اند.

در ستون سوم توان بر حسب $\frac{ft^3}{min}$ داده

ستون اول فشار - دوم و سوم توان به واحد ظرفیت داده شده پس باید در ظرفیت ضرب شود تا توان به دست آید

rpm : rotation per minute

blower ها حجم و توان متوسط

ejector P.534 ها هستند که کاربرد زیادی ندارند. ایجاد خلأ می‌کنند و ابزار هستند. (جزوه دارند)

برای ejector working medium سیال عامل است که بخار آب یا هوا می‌تواند باشد و اگر با سیال فاضلاب شود مشکل‌ساز است. (منظور عامل منظم نیست (بی‌آن عامل منظم است اما فاضلاب نه)) و منظور خلأ آن که می‌تواند ایجاد کند مدنظر است

چرا ایجاد خلأ کامل پرهزینه است؟ زیرا با یک دوزنه همهٔ هزینه به هدر می‌رود.

منبع آب خنک کننده نیست. باید به فشار مورد نظر برسد.

توربین عکس کمپرسور است. توربین تولید کننده کار و کمپرسور مصرف کننده کار است.

expander مقدار کاری که انجام می‌دهد ناچیز است و حجم زیادی اشغال می‌کند.

نمودار 35 نیروی محرکه‌های مختلف. توربین‌های گازی و بخار و الکتروموتور

سیکل ترکیبی: مثلاً گاز طبیعی را می‌سوزانیم بخار تولید می‌کنیم و بخار توربین را می‌چرخاند گاهی گاز احتراق را مستقیم می‌دهیم به توربین (توربین گازی) که مستقیم‌تر است

efficiency گازی بیشتر است اما گران‌تر هستند به دلیل دماهای بسیار بالا و جنس گران‌تر

P.545 mixer ها را گفته. مخلوط دریا (دارای نمک و گل و ...)

چند نوع mixer داریم (1) نمودار 41 : motionless بدون همزن و تنها دو سیال باهم در یک مخزن ترکیب می‌شوند ـ با توجه به قطر لوله قیمت حساب می‌شود

42 همزن دار هستند : propeller پره ها انواع شکل ها را دارند

P.618 انواع پره‌ها را گفته ـ ۳ پره، توربینی، خمیدگی دار، پارویی (کمک در سیال قاعده‌اند)، لنگری، نوار مارپیچی

ضریب تصحیح برای تعیین جنس و rpm داده شده است

43 نوع قابل حل از طرق زنده یا ستقیم را گفته.

یعنی کل mixer و همزن قابل حل هستند.

44 فرق blender با mixer را قبلاً گفتیم

45 مخلوط‌کن های نواری و دو جداره twin-shell که در یک جداره می‌توان آب خنک‌کننده یا گرم‌کننده گذاشت.

قبلاً در کریستالیزاسیون هم سردی کنیم هم مخلوط می‌کنیم

P.548 . 47 برای توان های بالا. kneader خمیرگیر یا خمیرساز.

Extruder قالبی که در داخل حرارت می‌گیرد و هم جامد مذاب شکل می‌دهد.

گاهی قالب Extrusion است گاهی blow molding که با دمش هواست

P.557 . شکل 52 مربوط به مخازن احتلاط و ذخیره

مخزن ذخیره برای ذخیره مواد اولیه یا محصول است

spherical tanks مخازن کروی

مخازن احتلاط با همزن از جنس استیل که نزدیک قیمت SS است چون ساخت مخزن کروی مشکل‌تر است و استقرار آن سخت است اما به علت توزیع مناسب فشار و شیرین نیست هم به سطح در شکل‌های هندسی و تکیه‌گاه راحت که Stagnent zone (ناحیه‌گردن) ندارد خوب است در حمل CNG از مخازن کروی استفاده می‌شود.

shop-fabricated

نمودار سمت چپ مخازنی که در کارگاه ساخته می‌شوند

قسمت دوم جزوه مربوط به آلیاژهای آهن هستند. قسمت اول نسبت به کربن استیل هستند

طرح نقشه shop-fabricated ؟ مگر نوع دیگر هم داریم ؟

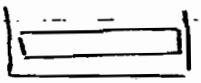
مخازن بزرگ در محل نصب می‌شوند حمل نمی‌کنند ورقه‌های فولادی را در محل جوش می‌دهند. field-fabricated

ماشین مخزن افقی است نه عمودی به جای حجم برای قطرهای مختلف تا 4(m) برحسب طول قیمت را داده. با ترکیب قطر و طول کار کرده.

56 برای مخازن بزرگ

55 برای مخازن کوچک

57 مخازن ذخیره گاز ① با سقف شناور



که با تغییر حجم آنها فشار را ثابت نگه می‌دارند و برای گازها و مایعات فرار

② سقف مخروطی با زاویه خیلی کم که ثابت است و دیگر بالا و پایین نمی‌شود

③ gas holder

④ مخازن تفنگی — بشکه : drum

⑤ مخازن کروی

P.774 انواع کلینگ را نگاه.

Raschig

شکل ماشین حفره دار و تیغه که سطح تماس را افزایش می‌دهد و تلاطم ایجاد می‌کند. ساخت و قالب‌گیری آن‌ها مشکل‌تر است.

P.776 کلینگ های منظم (structured) صفحات مشبک هستند که روی هم چیده می‌شوند. یک distributer هم دارند که جریان را پخش می‌کند. به شکل ملحفه‌ای و صفحه‌ای هستند. روی یک سینی cross flow داریم اما در کل مایع و بخار از بالا به پایین حرکت می‌کنند. و با چیدمان این cross flow را می‌شود کنترل کرد.

۳ صفحه قبل سینی های ظاهری که حین آنکنیت بود. غربالی این است که پایه و ظاهرش داریم

در طاهک مانع dumping و ریزش مایع می‌شود و گاز را خوب توزیع می‌کند.
جنس: جلوگیری از ریزش.

سوراخ‌های روی این سینی‌ها کم و ایجاد آنها به علت جوش دادن پایه مشکل است.
efficiency آنها در حد sieve tray است و از این قیمت هستند کاربردشان منسوخ شده است.

اول کار هستم. Packed بهتر است یا سینی دار؟
P.776 ۱۳ معیار برای انتخاب مطرح کرده (کتاب بنویسم) مزایا و معایب هرکدام را گفته.
مورد ۹ کم‌ترین و مهم‌ترین ملاک است.

D< 2 ft Packed

D> 4/5 ft tray (نکته جدید) generally یعنی عموماً این طور است اما استثنا هم دارد

2-4/5 برای قطرهای بالای 1.5 (m) طراحی نمی‌شوند و قطر برج‌های سینی دار به ندرت کمتر از 67cm است.

معایب Packed و مزایای سینی دار (ملاک‌های دیگر)

۱- بازدهی برج‌های Packed باید برمبنای داده‌های آزمایشی باشد.
مثلاً برای به دست آوردن ضریب انتقال جرم که مجزی است. پس مشکل است.
P.776 بازدهی پکینگ با نوع و اندازه پکینگ و با flow rate (دبی)، خواص سیال، قطر ستون و فشار عملیاتی و میزان پراکنش مایع روی سطح (کشش سطحی و تنش‌ها) تغییر می‌کند.
پس مشکل اول طراحی سخت است.

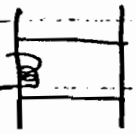
۲- مشکل توزیع مایع داریم که redistributer می‌گذاریم. اما باز هم حل نمی‌شود.
بنابراین طراحی برج‌های سینی دار به مراتب قابل اعتمادتر است و ضریب اعنی کمتری می‌خواهیم. مخصوصاً وقتی $\frac{L}{G}$ (شیب خط عملیاتی) کم است مشکل توزیع مایع بیشتر است.

۳- بدون ریسک: برج‌های طغیان، برج‌های گسترده‌ای از فاز مایع را جداسازی می‌کنند (دی‌های متفاوت)

۴- جنس: اگر ذرات خورنده داریم استفاده از سینی دار بهتر است. چون معمولاً دریچه‌های سینی دار

داریم که طبق می‌شوند. دسترسی برای تمیزکردن سخت است.

۵. اگر تغییرات دمای زیاد داریم و نیاز داریم دما ثابت نگه داریم بین سینی‌ها می‌توانیم intercooler بگذاریم. اما در Packed نمی‌توان این کار را کرد.



سینی‌دار stedge wise contact

Packed contact continuous

۶. مزایای سینی دار: در حالت خشک وزن برج سینی دار کمتر از Packed است. وزن مرطوبشان همراه است به علت liquid holdup که حتی سینی دار بیشتر هم هست. قیمت برای وزن برج است که سینی دار کمتر می‌شود.

۷. در مواقعی که اختلاف دمای بین reboiler و کندانسور زیاد باشد سینی دار سخت است چون اگر این اختلاف دما را در Packed داشته باشیم در اثر انبساط و انقباض پکینگ‌ها خرد و crush می‌شوند.

۸. اطلاعات طراحی سینی دار قابل اطمینان است. داده‌های تعادلی و K value که راحت در دسترس است. معادلات تئوری قوی‌تری دارند.

حتی گاهی Packed را با داده‌های تعادلی طراحی می‌کنیم یعنی با HETP یعنی اگر یک سینی برداریم چقدر پکینگ جایش بگذاریم که همان کار را انجام دهد.

۹. سخت‌ترین و کم‌ترین ملاک.

تا اینجا مزایای سینی‌دار و معایب Packed بود. برج‌های سینی‌دار دیر به Floading می‌رسند

معایب سینی‌دار و مزایای Packed B

۱۰. برج‌های Packed نسبت به سینی دار ارزان‌تر و ساخت راحت‌تری دارند.

سینی باید وصل شود اما پکینگ را همینطوری می‌ریزیم توستون و نصب نمی‌خواهد.

اگر سیال خورنده باشد Packed به سینی دار ارجح است. چون اگر خورده هم شوند نهایتاً channelling (کانالیزه شدن) اتفاق می‌افتد و خرده پکینگ‌ها خودشان این کار را می‌کنند اما اگر سینی سوراخ شود مایع پایین می‌آید و ... wipping و dumping اتفاق می‌افتد.

سینی مخصوص، تعداد سوراخ های خاص و شکل خاص سوراخ می خواهد اما پکینگ نه

۱۱ اگر کف زایی زیاد باشد محتویات سینی پایین به بالای سینی منتقل می شود اما در پکینگ چون تماس مرحله ای نداریم مشکل ندارد.

سینی های آلی سنگین مخصوصاً آمونیک کف زایی بالایی دارند.

در جذب استفاده می شوند (شیرین سازی گاز)

۱۲ مقدار مایع ماندگی روی سینی در Packed به مراتب کمتر از سینی داراست.

۱۳ افت فشار کمتر Packed نسبت به سینی در همین دلیل Packed برای عملیات تحت خلأ ارجح است دلیل دیگر اینکه از بیرون به داخل فشار وارد می شود و حلزه collapse می شود و buckling اتفاق می افتد و پکینگ حائل می شود و مانع زنرشی دیواره می شود

HETP روش ساده P.787

$$HETP = \frac{9.29}{a_p} + 0.1$$

برای برج های زیر 0.5 متر خود قطر و بالای آن را نوشته.

سراغان اگر لازم شد از همین جدول ساده HETP را برحسب قطر به دست آوریم.

جدول کامل تر در صفحه قبل است. سراغان لازم نیست. HETP برحسب HTU است.

λ نسبت شیب خط تعادلی به عملیاتی. در نقطه این تغیر است.

$$HETP = HTU \left(\frac{\ln \lambda}{\lambda - 1} \right)$$

↓

P.785

برای امتحان HETP از P 787 کافی است.

برای امتحان فاصله بین سینی ها را 50 cm در نظر بگیریم (اگر تعداد سینی ها را داده بود و ارتفاع را نداده بود)

تعداد سینی = 10

ارتفاع برج $10 \times 0.5 = 5$ (m)

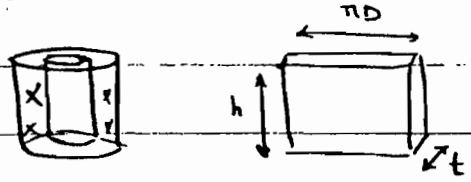
P.793 هزینه‌ها شروع می‌شود

پوسته برج هزینهٔ کیلوین دارد. وزن پوستهٔ برج را حساب می‌کنیم و هزینه به دست می‌آید.

دوتا S.S قیمتشان باهم فرق ندارند اما با C.S چرا فرق دارد.

لوله ورقهٔ فولادی است که جوش می‌خورد. پوسته لوله تصورتری است. وزن پوسته را چطور حساب کنیم؟

حجم بدنه را حساب می‌کنیم.



$V = t\pi Dh$ $\quad \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V$

$sp.gr_{\text{فولاد}} = 7.5 \Rightarrow \rho_{\text{فولاد}} = 7.5 \frac{gr}{cm^3}$ $\quad ؟ \rho_{\text{فولاد}}$

P.959

شکل 15-10 قیمت برای خودستون، سر و پایه‌ها (skirt) اما شامل پکینگ و اتصالات نمی‌شود

15-11 به جای مبنای حجم بر مبنای قطر وارتفاع داده است.

ضریب تصحیح برای فشار و جنس داده شده است

15-12 به اتصالات پرداخته Manhole دریچه‌های بازرسی که با فلنج به بدنهٔ ستون متصل شوند.

برحسب قطر داخلی فلنج داده

نازل که لوله‌های ورودی خوراک و خروج محصولات است.

و آخری اتصالاتی که لوله‌ها را به بدنه وصل می‌کند.

اتصالات هزینهٔ زیادی به خود اختصاص نمی‌دهند.

15-13 فقط هزینهٔ سینی است. غربالی C.S از همه ارزان‌تر

turbogrid → سینی‌ای که تعداد زیادی سوراخ دارد.

Stamped → آن سوراخ‌ها را با ضربه ایجاد کنیم

سینی‌های کاکلی گران‌ترند.

اگر تعداد سینی‌های ما 29-20 باشد قیمت و هزینه طبق نمودار می‌شود ولی کمتر از آن قیمتش بیشتر می‌شود و بیشتر آن قیمتش کمتر که باید در ضریب تصحیح ضرب شود.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

دو نوع پکینگ داریم random یا منظم چیده شده

stacked ring طبقه‌های روی هم چیده شده

نمودار قبلی منطقی است. این نمودار پکینگ 11-15 or 15-15 برای پوسته 13 قیمت بین نمودار 19 قیمت پکینگ و جمع کنیم

اما 15 و 16 قیمت ستون را با ملحوظ کردن سینی و پکینگ داخلش داره (هرکدام به تنهایی)

پوسته + سینی ← پوسته + پکینگ

در 19-15 می‌شود با توجه به نظر وارتفاع قیمت Packing را بدست آورد. منطقی است پکینگ

پوشش شیشه‌ای Glass-lined steel

فصل ۴ :

Cost and Asset Accounting :

حسابداری هزینه‌ها و دارایی‌ها

چه وجه مشترکی بین کار مهندس و حسابدار وجود دارد؟

هردو با هزینه سروکار دارند. مهندس هزینه را پیش‌بینی می‌کند اما حسابدار نقش ثبت می‌کند.

کار حسابدار Post mortem است.

مبنای کار حسابدار Business Transaction (معاملات تجاری) است.

اگر شرکت کوچک باشد در دفتر روزنامه (Journal) ثبت می‌شود.

یعنی دفتری که معاملات تجاری روزمره در آن ثبت می‌شود

Purchase Journal دفتر روزنامه خرید

Sales " فروش

Cash " نقدی

Miscellaneous " موارد متفرقه

سه دفترها می‌توانند همپوشانی داشته باشند

یک معامله هم چون خرید داشته هم نقد در دو جا ثبت می‌شود

دفتر خرید حجم زیادی دارد و همه باید بایگانی و شماره و تاریخ بایگانی شود.

چون حجم زیاد است خلاصه آنها را بدون سند در Ledger ثبت می‌کنند مثلاً آخر

هر ماه این کار را می‌کنند — صورت وضعیت مالی

از دفتر کل دو گزارش می‌گیریم: Financial statements

ledger

Balance sheet	Total Income statement
بیلان نامه / ترازنامه	گزارش درآمد

این دو گزارش در حد کلی دو صفحه‌اند و در آخر سال در اختیار سهامداران قرار می‌گیرد. اگر مطلوب باشد سهامدار به ادامه سرمایه‌گذاری ترغیب می‌شود وگرنه یا دیگر سرمایه‌گذاری نمی‌کند یا می‌فروشد.

Income statement ابتدا و انتهایش همان سال مالیاتی است.

Balance sheet ترازسالیانه را نشان می‌دهد اما به عملکرد شرکت از ابتدای تأسیس تا زمان جاری وابسته است. مقطع آن پایان سال است اما عملکرد را از اول نشان می‌دهد.

برای گزارش درآمد:

$P = I - C$ (Total costs)

Profit = Income − Cost

$I = C + P$ چون گزارش درآمد است

برای ترازنامه:

Assets = Equities

دارایی

کل دارایی‌ها برابر است با کل بدهی‌ها

این بدهی‌ها می‌تواند به خودمان باشد یا به دیگران:

Equities = propritorship + Liabilities

بدهی	مالکیت	مسئولیت
	بدهی به خود	بدهی به دیگران

دارایی‌ها معمولاً به سه دسته تقسیم می‌شوند: جاری current

دارایی چیست و به چند دسته تقسیم می‌شود؟ با تعریف — ثابت Fixed

P.137 — متفرقه miscellaneous

liquid ها قابل تبدیل و در جریان هستند.

Fixed ها فاصله قابل تبدیل نیستند اما ارزش شبکی دارند.

در متفرقه سایر سرمایه‌گذاری مربوط به پولی که برای کارخانه دیگر یا حساب یا طلبی که با

کسب داری و سرویس‌دهی بیش از ۱ سال است ودارایی نیست

جدول 136 • فرق Production و manufacture چیست ؟

در مورد نفت و نفت از چاه که هنوز بیرون نیامده می‌شود نفت و تولید Production اما ساخت یکسری قطعات و تجهیزات در کارخانه می‌خواهد

استهلاک ، کاهش ارزش در اثر فرسودگی به مرور زمان

• فرق depreciation و amortization چیست ؟

اولی وقتی است که یک طرح روی کاغذ داریم و می‌خواهیم بدانیم بعد ۵ سال چقدر می‌ارزد، این پیش بینی است .

حالت دوم وقتی است که واقعاً کارخانه ساخته شده ۵ سال گذشته و حالا می‌خواهیم ببینیم

پس اولی پیش بینی است ودومی واقعی است

depletion کاهش و اتمام منابع

• چرا بدهی دراز مدت در جایی آمده ؟ امسال باید بدهیم .

• مالیات بر درآمد دولتی چرا در اعتبار نکوته آمده ؟

دونوع مالیات داریم

Property tax مالیات بر دارایی

Income tax مالیات بر درآمد

اولی کم است اما دومی مقدار قابل توجهی است .

در آمریکا در سه سطح مالیات می‌گیرند :

federal دولتی

State ایالتی

local محلی (شهری)

Income , Revenue , Earnings هر ۳ به معنی درآمد

IRS: Internal Revenue service

ما مالیات اضافه داریم . یک اعتبار بین دولت داریم . تراز است بیاید (Total deffered)

ارزش پایه یعنی در هنگام عرضه چه قیمتی داشته (Par Value)

سرمایه مازاد برارزش پایه یعنی الان چقدر می‌ارزد. بیشتر یا کمتر

Current Ratio (نسبت جاری) و Cash Ratio (نسبت نقدی) - 8

TCL : Total current liabilities مخرج هردو نسبت

TCA : " " Assets در کتاب بقیه هم

$$\text{current ratio} = \frac{\text{T.C.A}}{\text{T.C.L}} \qquad \text{cash ratio} = \frac{\text{cash}}{\text{T.C.L}}$$

این دو معیار از ترازنامه مقابل استخراج هستند چه اهمیتی دارند؟

برای وام گرفتن از بانک این اعداد را محاسبه می‌کنند. مثل اینجا دارایی جاری دوبرابر بدهی جاری باشد و اگر جواب 38% طلبکارها را همین امروز می‌توانیم بدهیم بانک ترغیب می‌شود به اینکه به ما وام بدهد. اگر نه بد می‌شود.

P.138 - گزارش دوم، گزارش درآمد. یک مثال فرضی داریم.

Gross : ناخالص net : خالص

VAT : value added Tax مالیات برارزش افزوده

هزینه فروش داری: بخش کارگزاری و آبدارچی و بخش اداری. ربطی به تولید ندارد.

research expenses الزامی نیست. می‌شود تحقیق نکرد. معمولاً ۳ تا ۴ درصد کسور است.

interest expenses بهره یا سود بانکی - که گفتیم هرماه باید در هزینه‌ها گنجانده شود.

هزینه‌هایی که به اقلیت های خاص اختصاص داده می‌شود (minority interests)

درآمد مازاد دراندای هرسال.

سهام ترجیحی به تعداد کم برای افراد خاص است. سودبیشتری هم دارد. اول آنها الویت دارند اگر خواستند بقیه. سهام عام سودکمتری دارد.

P.139 نحوهٔ تنظیم دفتر. خط سوداق حسابداری تیتر است.

دوطرفی — دوبانکاری

Debit و Credit را تعریف کنید (درکتاب بنته)

نشان‌گر افزایش یا حساب ← کاهش از حساب (کاهش دارایی یا افزایش بدهی)

(افزایش دارایی یا کاهش بدهی)

معاملات را معمولاً از دیدگاه شخص ثالث نگاه می‌کنند. به حساب پول که اضافه می‌کنیم در سمت Debit (دوطرفی) ثبت می‌شود چون دفترچه ما بدهکار است. اگر پول برداشت کنیم در سمت بستانکار.

حسابداری دو ورودی برای وام‌های صنعتی است. اطلاعات در هر دو ستون ثبت می‌شوند

posting انتقال خلاصه معاملات به صورت ماهیانه در دفتر کل

P.141 روشهای حسابداری هزینه‌ها.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

حساب ابتاشت: هزینه اولیه مواد مصرفی ثبت می‌شود.

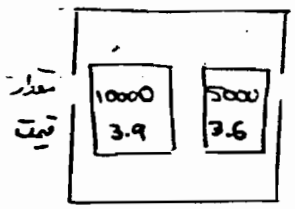
حساب موجودی انبار: هزینه تولید ثبت می‌شود

حساب هزینه فروش: به چه قیمتی به دست مشتری می‌رسد.

سه روش برای محاسبه قیمت مواد اولیه داریم:

FIFO : First in - First out

مواد به ترتیب ورود مصرف می‌شوند. انبار دو در است.



unit price

FIFO = 5000 (3.6) + 1000 (3.9) U.P = Cost / 6000

LIFO : last in - First out همیشه آخرین قیمت موجود در بازار را ملاک قرار می‌دهیم.

این روش در شرایط تورمی بهتر است.

U.P = 3.9 Cost = 6000 (3.9)

CA: current average متوسط جاری

متوسط حسابی نمی‌گیریم بلکه متوسط وزن دار می‌گیریم.

$$UP = \frac{5000(3.6) + 10000(3.9)}{15000}$$

این در کل همیشه جواب می‌دهد.

در جدول P.143

0.18	0.16	0.18	
0.02	0.04	0.04	رشد سود ثابت نگه داشت
.20	.20	0.22	

قیمت فروش ثابت است.
سود نصف شد.

کدام حالت بهتر است؟ ثابت نگه داشتن قیمت فروش

market share (سهم بازار) را باید حفظ کنیم. اگر نخواهیم در گردونه رقابت عالیم باید قیمت را ثابت نگه داریم.

کیفیت چطور؟ رقیب‌ها باهم جلو می‌روند گاهی سابقه مهم است.

گاهی برای ثابت نگه داشتن قیمت یک همچین حالتی پیش می‌آید.

0.22	0.20	
−0.02 فقر	0	هر هزینه تولید بالا رفته باشد این کار عیب ندارد، از گردونه خارج نمی‌شویم.
.20	0.2	

به وقت هست برای بقیه دوره 18 تمام می‌شود برای ما 22، 20

یا تکنولوژی به روز نیست یا می‌آید retrofit و اصلاح کنیم و مرسولی را از بین ببریم.

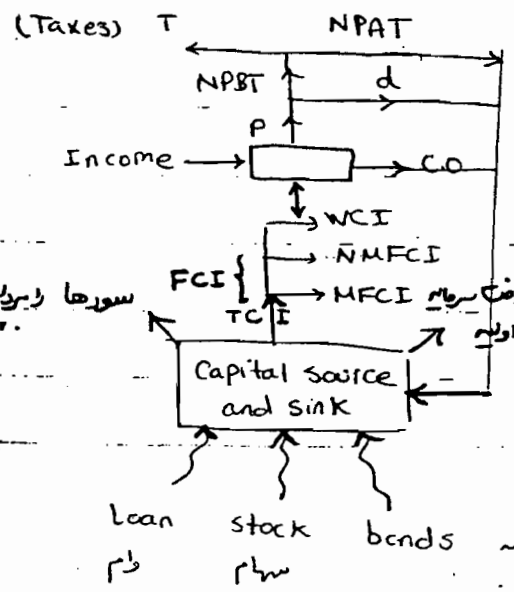
فصل 9

chapter 6: Analysis of cost estimation

مطالب این فصل برای اتمام پروژه مهم است.

جریان نقدینگی برای واحدهای صنعتی

P.227 نمودار درختی جریان نقدینگی را آورده.



منابع تغذیه علاوه بر سرمایه خودمان وام (loan) است. از فروش و خرید سهام عام و تر صحبتی هم منبع تغذیه خود می‌کنیم و از اوراق قرضه.

TCI: Total capital investment

تاریخی‌ها: معیار راه اندازی

سنتی: مثل ازراه اندازی

TCI در واقع همه درآمد است. زمین در عمل 1 تا 2 درصد TCI است

Total Fixed working
TCI = FCI + WCI

FCI ← MFCI (manufacturing Fixed cost investment) , NMFCI (non-manufacturing)

Fixed یک بار سرمایه‌گذاری است و تا پایان ثابت هستند مثل زمین.

WCI سرمایه جاری یا گردش است و برای هزینه‌های روزمره کار می‌رود.

Cost of operation = C.O هزینه عملیاتی است
Operating Cost

بار اول هزینه‌ها از سرمایه تأمین می‌شد بقیه CO بعد از درآمد کارخانه + سود تأمین می‌شود

خروجی از ستاول P است که Gross profit (سود ناخالص) است حول از آن کسر می‌شود. تولین کسر depreciation یا استهلاک (کاهش ارزش دارایی‌ها در اثر مرور زمان) است.

P = TI - TC

NPBT = Net Profit befor taxes = P-d
سود خالص قبل از مالیات

NPAT = " " After taxes

فلش نارنجی که از بالا آمده یک نرخ با loan ، stock ، bond دارد چون بعد از شروع تولید است.

هزینه استهلاک یا تعمیر و نگه داری نرخ دارد.
تعمیر و operating cost می‌آید.

NPAT = NPBT - T

معمولاً مبنای محاسبات حسابداری است. یک روش مرسوم محاسبه استهلاک خطی به صورت زیر است:

مخفف واژه استقاطی

$$d = \frac{IV - SV}{UL}$$

IV: initial value ارزش اولیه تجهیزات

SV: Salvage / scrap value

UL: Useful life ارزش تجهیزات بعد از عمر مفید

↓

یا به عنوان مثال وانت وانت فروشی یا به عنوان آهن پاره (استقاطی)

(دست دوم)

برای کارخانه‌های شیمیایی عمر مفید 15 تا 20 سال است.

برای کل کارخانه استهلاک خطی به صورت زیر است:

$$d = \frac{FCI - SV}{UL}$$

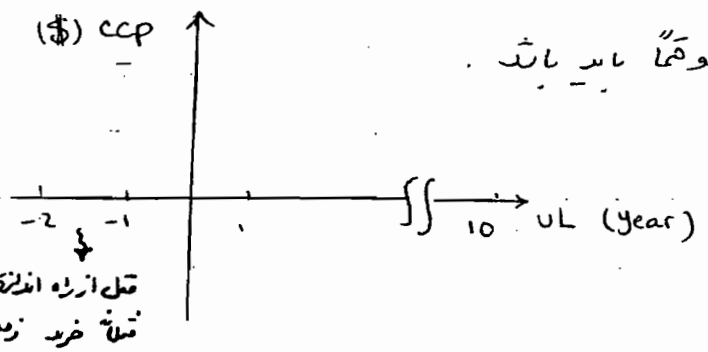
FCI: نیروی انسانی و مستهلک نمی‌شود. مثل هزینه‌های ثابت

اگر سرمایه‌گذاران بخواهند ارزش استقاطی را حساب کنیم آن را 10 درصد قیمت اولیه می‌گیریم. ارزش واقعی کل تجهیزات ثابت آن مستهلک می‌شود

این نمودار در تنظیم نمودار P.229 استفاده می‌شود.

این نمودار حتماً باید در پروژه باشد و حتماً در امتحان یک سؤال 2 نمره‌ای دارد.

نتیجه‌گیری نهایی با همین نمودار شکل دارد و حتماً باید باشد.



Cummulative: تجمعی

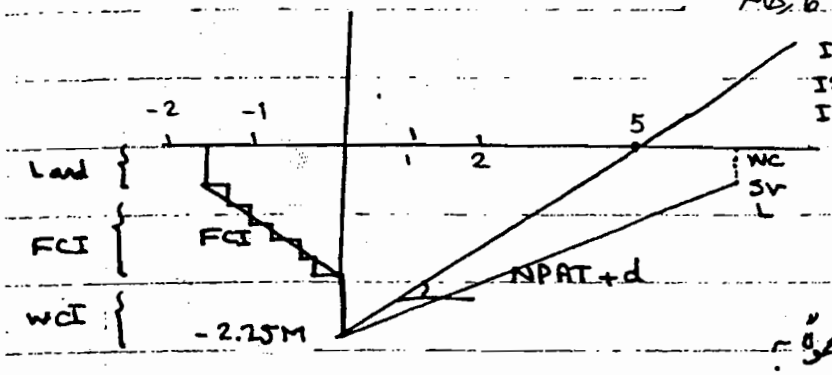
CCP: Cummulative cash position: وضعیت نقدینگی به صورت مرجع

C.C.P مثبت یا منفی می‌تواند باشد.

تا قبل محور عمودی FCI است ← در روز شروع به منفی‌ترین حالت نقدینگی می‌رسیم

اگر قدر مطلق آن را در نظر بگیریم این می‌شود ارزش کارخانه در روز راه اندازی

یعنی این مقدار پول تبدیل شده به یک کارخانه



این خط بایشب d است و هیچ گاه بصفر نمی‌رسد

کل FCI را بصورت ساعت تقسیم می‌کنند و بصورت

صورت خطی نشان می‌دهند.

زمان 5 دورهٔ بازپرداخت (برگشت) سرمایه Payout Period است

یعنی زمانیکه C.C.P صفر می‌شود و همهٔ سرمایه برمی‌گردد

این همگی باید در پروژه محاظ شود

خط صوتی که در تمام خط صفر است ارزش کارخانه در هر روز را نشان می‌دهد. هرچه بالاتر

برویم ارزش کارخانه کم می‌شود

Present value

$$PV = TCI - nd \longrightarrow \text{استهلاک سالیانه}$$

TCI: ارزش در روز صفر

nd: تعداد سالهایی که از ساخت کارخانه گذشته

PV ارزش کنونی یا فعلی کارخانه.

ارزش روز کارخانه پس از سال پنجم یا از فرمول بالا یا از نمودار

صورت سئوال که هرسال به صندوق برمی‌گردد.

$$ROI = \frac{\text{سود } P}{\text{سرمایه‌گذاری } I} = \frac{NPAT + d}{TCI}$$

$$P.P = \text{pay out period} = \frac{1}{ROI} = \frac{TCI}{NPAT + d}$$

زمان برگشت سرمایه P.P است. نرخ برگشت سرمایه ROI است

برای محاسبهٔ استهلاک می‌توان روش خطی رفت. اما که محدودیت دارد. مثلاً ۳ سال اول 50٪ استهلاک. چه فایده‌ای دارد؟ شرکت نوپا است. دوست دارد صندوقش برگردد.

↑ d ↓ NPBT و مالیات کمتری به آن تعلق می‌گیرد. پس در اوایل تأسیس به نفع است که استهلاک را سال اعلام کنیم.

P.230 عوامل تأثیرگذار بر هزینه‌های سرمایه‌گذاری و تولید:

نمه اول: هزینه سرمایه‌گذاری نمه دوم: هزینه تولید

لازم نیست یک شرکت تولید همه تجهیزات نو باشد دست دوم هم می‌شود.

روآوردن به قراردادهای انحصاری (exclusive contract) منجر به discount (تخفیف) می‌شود. ما همه تجهیزات را از آنهایی خرید رقابتی تخفیف می‌گیریم.

همیشه پایین‌ترین قیمت بهترین نیست کیفیت و خدمات پشتیبانی هم مهم است.

نوسانات قیمت Price Fluctuation به سود اولیه و محصولات بر می‌گردد و کمتر به تجهیزات برمی‌گردد.

Monthly labor review دستمزد ماهیانه کارگران

chemical market reporter نوسانات قیمت را در اختیار قرار می‌دهد.

company policies: سیاست‌های شرکت است. عوامل زیست محیطی

نحوه برخورد مدیران با نیروی کار خیلی مهم است. سیاست شرکت مهم است چه باشد. رعایت استانداردها و کیفیت محصول مهم است. روی هزینه‌ها تأثیر دارد.

P.232 سیاستهای دولت government policies:

بالای سیاست‌های شرکت بود حالا دولت. سیاست دولت بیشتر در واردات و صادرات ظاهر می‌شود.

P.231 برای امتحان خیلی مهم Operating time and rate of production:

300 - 330 روز کاری داریم. پس راجع به قسمت اول صحبت کردیم.

batch ↙ ↘ continuous

↓

30 روز برای Overhaul

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

درمورد میزان تولید یا نرخ تولید هر کارخانه یک ظرفیت اسمی دارد.
که ابعاد دستگاهها بر مبنای این میزان تولید به دست آمده است. overdesign خوب نیست.
میزان تولید P از ۰ تا ظرفیت اسمی متغیر است.

Production = P

Capacity (name-plate capacity) = C

operating Rate = $\frac{P}{C}$ نرخ بهره وری یا درجه تولید $O.R_{opt} = \frac{P}{C}_{opt}$

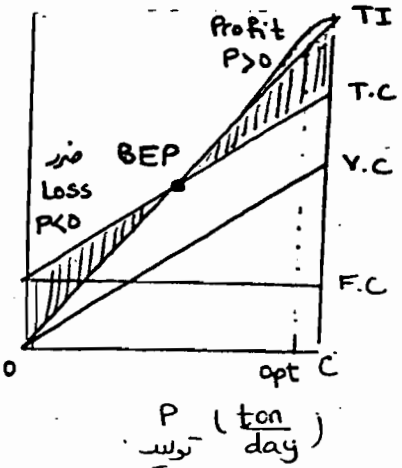
Break Even Point اگر از حدی کمتر تولید کنیم ممکن است متضرر شویم به یک نقطه
یا نقطه سری یا نقطه سر به سر نیز سود و نه زیان تعریف می کنیم
باید بدانیم چقدر تولید داریم به این نقطه می رسانند.

$P = TI - TC$

$TC = FC + VC$

FC : هزینه هایی که با میزان تولید تغییر نمی کنند. مثل اجارهٔ ساختمان. کارمندان رسمی
(یعنی هر کار کنند چه نکنند حقوق می خواهند. روز فردا نیست) ، استهلاک ، بیمه

VC : هزینه هایی که با میزان تولید تغییر می کنند. مثل مواد اولیه.



T.C : مجموع این دو است.

سود
@ BEP : P = 0

وقتی بهره وری بهینه است که با ظرفیت اسمی کار کرده باشیم. این در صورتی است که نمودارها خطی باشند و بیشترین فاصله در نقطهٔ انتهایی باشد.

اگر خطی نباشد ممکن است جای دیگری TI و TC بیشترین فاصله را بگیرند. (حالت کمتر اتفاق می افتد)

چه چیزی باعث می‌شود خطی نباشند؟

- اگر از یک نوع از دستگاه به دستگاه دیگر تولید را مستقل کنیم (بیشتر در Batch) در ظرفیت بالاتر هزینه پایین می‌آید.

در پیوته برعکس است. اگر بخواهیم به ظرفیت اسمی برسیم به دستگاه‌ها فشار می‌آید و خراب می‌شوند و خطرناک است. از حدی بالاتر هزینه تعمیر و نگه‌داری مخصوص برای واحدهای فرسوده بالا می‌رود.

- یک قسمت هم سیاسی است. مثلاً در یک حالتی یک نمی‌فروشند. مواد اولیه، کاتالیست و addative نمی‌فروشند.

- تصمیمات اقتصادی مثلاً انبیه کمتر تولید کنند تا عرضه ایجاد شود و قیمت‌ها ارزان شود.

capital investment 8 P.232

$TCI = FCI + WCI$

در صفحه 233 تفاوت این دو قسمت در بازارابی اول آمده.

FCI: هزینه غیر تولیدی
MFCI: هزینه تولیدی

MFCI: سرمایه‌گذاری لازم برای تجهیزات نصب شده فرآیند و به اضافه تمام اجزایی که برای بهره‌برداری کامل از فرآیند مورد نیاز است. آماده‌سازی، لوله‌کشی، ابزار دقیق - (ابزار کنترل)، عایق سنگی، فنداسیون (زیرسازی)، تأسیسات جانبی.

NMFCI: شامل زمین، ساختمانهای آزمایشی، انبار مواد اولیه یا محصولات، آزمایشگاه، تأسیسات حمل و نقل (ارسال و دریافت) طرح‌ها، اگر تأسیسات جانبی را از بیرون بگیریم، تأسیسات دفع مواد زائد. waste: جنرال، فاضلاب، کارگاه (shop)

P.233 بازارابی سوم. سرمایه جاری صرف ۲ مورد می‌شود:

۱- هزینه مواد اولیه و ذخایر

۲- محصولات تمام شده یا نیمه تمام در انبار.

۳- حساب‌های قابل دریافت. (بدهی دیگران به ما)

۴- وجوهی که برای پرداخت ماهیانه هزینه‌های عملیاتی صرف می‌شود مثل حقوق و دستمزد و خرید مواد اولیه

۵- حسابهای قابل پرداخت (بدهی ما به دیگران)

۶- مالیات های قابل پرداخت

مورد ۳ به این علت در سرمایه در گردش آمده که ممکن است روی پول که حساب کردیم محقق نشود.

wage : دستمزد ← blue-collar worker یقه‌آبی (کارگر و ...)

salary : حقوق ← white-collar worker یقه‌سفید (مهندس)

اولی روزانه یا هفتگی و دومی ماهیانه است

از کل TCI حدود 80 تا 90 درصد سرمایه ثابت و 10 تا 20 درصد سرمایه در گردش است.

متوسط: 85 — 15

$$TCI = FCI + WCI$$

80-90 10-20

10-20 برای شرکت هایی که تقاضای کالاهای با مواد فصلی دارند تا 50 درصدهم می‌تواند افزایش پیدا کند. چون تقاضا زیاد است و باید سرمایه در گردش زیاد شود.
اگر قیمت مواد اولیه نسبت به محصول بالاست هم این اتفاق می‌افتد.

نوع دیگری از تقسیم بندی برای ما مفید است که کاربردی‌تر است و FCI به صورت زیر تقسیم بندی می‌شود:

FCI ⟨ DC هزینه مستقیم { 1-PEC ... 9-
IDC هزینه غیرمستقیم { 10 ... 15

جدول P.234

PEC: Purchased equipment cost هزینه تجهیزات خریداری شده (هزینه خرید تجهیزات)

این قسم سازی خوب است چون PEC درصدی از FCI فرض می‌شود و از روی PEC ، FCI را به دست می‌آوریم و بقیه اقلام این ۱۴ مورد هم‌لی از FCI محاسبه می‌شوند و ربطی به طراحی ندارد.

۲- نصب تجهیزات

۳- وسایل اندازه‌گیری و کنترل

۴- لوله‌کشی

۵- سیستم‌های الکتریکی

۶- ساختمان‌ها

۷- محوطه‌سازی (نرده‌کشی و آسفالت)

۸- تأسیسات جانبی (boiler نیروگاه)

۹- زمینی که آن از TCI بودن باید در FCI است. اینجا در هزینه مستقیم است غیرمستقیم ۹

۱- مهندسی و نظارت (طراحی، نقشه‌کشی، کنترل اوراق، ساخت فالت)

۲- هزینه‌های حقوقی یا قانونی (عقد قرارداد، اخذ مجوزها و مذاکرات)

۳- ساختمان‌های موقت (استقرار کارگران)

۴- هزینه پیمانکار

۵- موارد پیش‌بینی نشده (غیرمترقبه) مثل حوادث طبیعی (سیل) یا آتش‌سوزی و انفجار این مبلغ کنار گذاشته می‌شود.

P.235 انواع روشهای تخمین هزینه را توضیح داده.

- روش اول مرتبه بزرگی و تخمین نسبتی است سریع و ساده است و خیلی دقیق نیست. خطا بالای ۳۰٪±
- روش دوم تخمین مطالعاتی است. درصد خطایش کمتر است. یک شناخت اجمالی و PFD کلی از فرآیند لازم است. قطعات عمدهٔ فرآیند را باید شناسیم. ۳۰٪± خطا
- روش سوم تخمین مقدماتی است. که ۲۰٪± خطا دارد. درعنوان پروژه این موضوع باید گنجانده شود. تخمین درجد تخصیص بودجه
- روش چهارم تخمین درحد کنترل پروژه خطا ۱۰٪± درست قبل تهیه Datasheet

روش پنجم تخمین به روش تفصیلی و جزئی است و باز هم خطا صفر نیست بلکه ±5٪ است

حوزه هنوز استعلام قیمت کرده‌ایم

+40٪ و -0٪ یعنی این کف است و بالاتر ممکن است برود نه پایین‌تر

P.237 در جدول متران اطلاعات لازم برای هریک از روشهای تخمین سرمایه را بیان کرده.

rough : تقریبی

شاخص هزینه (cost index) 8

P.236 مثلاً می خواهیم یک کارخانه دیگر مقایسه کنیم ۳ عامل وجود دارد. زمانی، مکانی و اینکه ظرفیت اول واحد چقدر است

نرخ تورم روی هزینه‌ها را در نظر می‌گیریم. اینکه در طول زمان چقدر فرق کرده

یک نسبت ساده داریم:

$$P_N = P_0 \left(\frac{CI_N}{CI_0}\right)$$

P.238 ۴ نمونه از شاخص های هزینه را آورده.

برای تعداد شاخص هم‌اهمال باشد. فعلاً تا 2006. برای پروژه و امتحان قیمتها به روز باشد.

chemical Engineering منبع خوب cost index است.

- شاخص تجهیزات نصب شده مارشال و Swift

1926 سال پایه است. قیمتهای آن سال را 100 گرفته‌ایم. قیم را از روی آن می‌سنجیم.

All industries : تجهیزات خانگی، صنعتی، اداری (متوسط حساب اینها)

Process industry : شاخص صنایع فرآیندی (متوسط وزن دار)

- شاخص ساخت مجله Eng-News Record شاخص ساختمانی است نه تجهیزات.

سن اولی برای ما مفیدتر است. ۳ سال را مبنا در نظر گرفته.

- شاخص ساخت پالایشگاهها.
- شاخص که مجله chemical Engineering شاخص ساخت واحدهای صنعتی.

سال پایه را متوسط 57, 58, 59 گرفته.

* برای امتحان خیلی مهم

P.240 روش تخمین میزان سرمایه گذاری لازم

در مورد تمام روشها اگر ایده خاصی نداریم متوسط بگیریم. اگر اطلاعات اضافی داشته باشیم

دراین رنج می توانیم انتخاب سمتی داشته باشیم

- واحدهای پتروشیمی و پالایشگاهها چون بیشتر تجهیزات دارند و در مقابل مواد خام ارزان دارند

پس تجهیزات نزدیک به حد پایین درصد FCI است

■ رنج وسیع تجهیزات نصب شده چرا اینقدر وسیع است؟

- Batch و Continuous بودن ربط دارد و به اینکه چه نوع کنترلی استفاده کنیم، دارای یا الکترونیکی و دقیق

■ رنج لوله کشی هم وسیع است - چرا؟

- شکل دارد مواد فرآوری شده سیال باشند یا جامد

- در مورد جامدات سیال فقط در تصفیه و leaching استفاده می شود پس نزدیک به حد پایین است

- شکل دارد جامد تنها باشد یا جامد و سیال یا سیال تنها

■ اگر سیستم اتوماتیک باشد هزینه سیم کشی و... بالا می رود

■ چرا ساختمان ها رنج زیادی دارند؟

خود فرایند مستقف باشد یا نباشد - اگر محصول یا مواد اولیه جامد است باید در انبار نگهداری شود - و این خود ساختمان هاست. در خیلی نمی رود که خود تجهیزات باشد

تأسیسات خدماتی (service facilities) خیلی روی هزینه تأثیر می گذارد.

برق مصرفی، بخار، هوای فشرده، آب خنک کننده، سیستم تبرید، تصفیه پساب را کی تأمین می کند.

زمین - سه قابل اغماض

غیر سیستم مثل نقشه کشی و طراحی

construction expenses: ساختمان های موقت

Legal expenses: عقد قراردادها و مجوز

contractor's fee: سهمی که پیمانکار می گیرد

P.240 مثال - تخمین مقدماتی یعنی ±30٪ خطا - هم حاقدهم سیال را برای Piping گرفته

PEC رو جزء شناخت نداریم FCI 25٪ گرفته

بقیه را اکثراً متوسط گرفته

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

انرژی دقیق در صد بالاست ← درجه بالای اتوماسیون

Piping پایین ← حاقدهم داریم

ساختمان را متوسط گرفته چون انبار برای مواد حاقدی فواهیم

جمع همه اینها بالای 100 شده می‌شد ردیف آخر را با تناسب به دست آورد اما

این کار را نمی‌کنیم بلکه در ستون دوم normalize می‌کنیم

$$FCI = 436000 = \frac{100,000}{0.229}$$

باید تشخیص داده شود که $436,000 درجه پایین اطمینان داردو باید ±30٪ را در آن اثر داد

P.244 PEC و DEC را گفته وتبدیل آنها به هم

P.E.C : purchased — بر مبنای F.O.B (تحویل در سند) حساب می‌شود که باید

D.E.C : Delivered — خریدار فروش هزینه را بپردازد.

ابعاد و وزن، فاصله از محل استفاده، وسیله حمل ونقل تأثیر دارد.

* به عنوان هزینه پیش طراحی 10 درصد PEC را برای حمل ونقل درنظر می‌گیریم - راه‌آهن

scaling { scale-up / scale-down

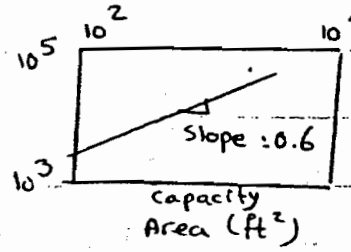
اگر ظرفیت یک قطعه از تجهیزات دوبرابر شود آیا قیمت آن هم دوبرابر می‌شود؟ یا کمتر از دوبرابر یا تغییر نمی‌کند؟

$$P_N = P_0 \left(\frac{C_N}{C_0}\right)^{0.6}$$ six-tenth rule

برای تغییر ظرفیت از تناسب رو-رو نمی‌شود استفاده کرد. یک توان هم می‌خواهد.

قیمت بر حسب ظرفیت

نمودار P.242 دراین برای مدل هاست : شیب خط روی مقیاس لگاریتمی 0.6 است و قاعده 0.6 از آنجا آمده . حقیقی لگاریتمی است .



$$slope = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$\Delta y = slope\ \Delta x$$ ظرفیت

$$\log P_2 - \log P_1 = slop\ (\log c_2 - \log c_1)$$

$$\log \frac{P_2}{P_1} = 0.6 \log \left(\frac{c_2}{c_1}\right)$$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 \left(\frac{c_2}{c_1}\right)^{0.6}$$ ← Ratio

P.243 . در فرمول نما یا توان را برای سایر تجهیزات مثال کرده . هزینه به صورت تابعی از ظرفیت 0.6 برای مدل است

خارج ازاین رنج باید بیرون یابی کنیم . سرانجام آنرا آمده می‌نویسیم خارج از رنج است و فرض extrapolate را درنظر گرفته‌ایم

اگر تجهیزات سرانجام در لیست نبود ، 0.6 می‌گیریم

kettle : دیگ بخار

آخر P.243 هزینه خرید یک کیلوگرم ظرفیت دار مخزن دار :

Year 1991 10,000 # $0.2\ m^3$ ظرفیت

" 1996 ? $1.2\ m^3$ ← 6 برابر

چون زمان تغییر کرده اثر تورم را با cost index حساب می‌کنیم .

$$P_N = 10000 \times \left(\frac{1.2}{0.2}\right)^{0.54} \times \left(\frac{382}{361}\right)$$

P.244 جدول 6-5 هزینه نصب تجهیزات چند درصد هزینه خود تجهیزات است

گرنیز از مرکز چون اندازه و دور برداشته‌اش . رنج متفاوتی دارد

کمپرسور: چون می‌تواند تک مرحله‌ای یا چند مرحله‌ای باشد و سیالش فرق کند رنج متفاوت و زیاد.

خشک‌کن: چون Batch یا continous و مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند باشد.

Evaporator 25-90٪ هزینه نصب دارد که به علت تک‌وطرفه و چندوطرفه بودنش.

Feed forward یا backward می‌تواند باشد. (رنج زیادی است)

جدول 6-6: هزینه لوله‌کشی که برحسب درصد PEC و FCI داده شده.

هزینه لوله‌کشی تا 200٪ یا 2 برابر هزینه خود لوله می‌تواند باشد.

سه نوع کارخانه را متمایز کرده: با جامدات، سیالات، جامدات-سیالات

منزان هزینه 16-68٪ PEC می‌تواند باشد.

جدول 6-7: برای ساختمان‌ها مثل سالنی تقسیم کرده. اما این قسمت مختص به ساختمان هاست.

ساختمان‌ها به ۳ دسته تقسیم می‌شوند: (برای کتاب بستنیم)

X اصفهان X

۱٪ Grass Roots: وقتی از زمین بایر می‌خواهیم شروع کنیم. هیچی ندارد. فقط زمین است. هیچ خدمات زیربنایی نداریم. درصد زیاد

۲٪ battery limit: محوطه‌ای از اطراف کنار هم چیده شده. به محل از قبل آماده‌شده‌ای واحد جدید اضافه می‌شود. عموماً در مجتمع های پتروشیمی اینگونه است. درصد متوسط

۳٪ طرح گسترش یا توسعه: به منظور افزایش ظرفیت همان محصولی است که در حال تولید آن هستیم. واحد جدید نمی‌زنیم. درصد کم.

هزینه لوله‌کشی برای جامد کم و سیال زیاد است. اما در مورد ساختمان برای جامد زیاد و برای سیال کم است چون جامد در انبار است و سیال در مخزن.

جدول 6-8: تأسیسات خدماتی. از FCI است نه PEC!

Electric substation: تقویت/تضعیف ولتاژ

distribution : توزیع Sanitary waste disposal : دفع فاضلاب بهداشتی

disposal : دفع Safety installation : تأسیسات ایمنی .

Fixed capital investment: FCI ← fixed cost ← فرق می‌کند

روشهای اجرایی هر نوع از تخمین ها B

P.249 از دقیق‌ترین روش شروع کرده است .

A: تخمین تفصیلی B که فقط در عهده پیمانکار می‌آید . مهندس مشاور نمی‌تواند

B: تخمین هزینهٔ واحد P.250 فرمول ارائه داده است . از این روش در طراحی مقدماتی می‌توان استفاده کرد .

C_n = new capital investment

C_n تابعی از چند Σ است :

$$\left[\sum (E + E_L) + \sum (f_x M_x + f_y M'_L) + \sum f_e H_e + \sum f_d d_n\right] f_F$$

(E: PEC) نیروی کار

E_L : equipment labor نیروی کاری که صرف هست تجهیزات می‌شود

M : material $f_y M'_L$: هزینهٔ نیروی کار که برای نصب لازم داریم

f : fee $f_x M_x$: هزینهٔ تمام موادو لوازمی که برای نصب لازم داریم

این قسمت را در طراحی مقدماتی نداریم پس قابل استفاده نیست .

H_e: engineering hours تعداد ساعتی که صرف کار شده

f_e: " fee دستمزد مهندس

d_n: number of drawings انها را هم در مقدماتی نداریم

f_d: drawing fee مربوط به تهیه نقشه و گرفتن مشخصات است

Field Factor

f_F: ضریب تصحیح ±10-20٪ در برگیرندهٔ خطای محاسباتی . $1.1 < F_F < 1.2$

B مهندس مشاور می‌تواند اعداد قسمت تفصیلی

C_n = ... : C

ضریب های f_1 تا ... هزینه‌هایی هستند که برای بهره برداری و عملیاتی کردن دستگاه لازم‌اند که در جدول 6-9 آمده است.

جدول برای واحدهای صنعتی در رنج 1 - 100 million $ تنظیم شده است. برای واحدهای کوچک نه.

Table 6-3 , Table 6-9 را دقت کنیم اشتباه نشود.

۱ اینجا رنج داده شده عدد داده شده در ستون مختلف

۲ قبلی FCI بود این یکی DEC است که خودمان آنرفته 100

۳ نداشت ؟

۹ مورد اول سرجمع هزینه‌های مستقیم ← مجموع ۱۹ تا FCI را می‌دهد.

5 ، دوم ، ، غیرمستقیم

$TCI = FCI + WCI$ → $TCI = \frac{FCI}{0.85}$

80-90% 10-20%

0.85 0.15

$WCI = 0.15\ TCI = TCI - FCI$

$\frac{428}{0.58} = 503$ or $503 \times 0.15 = 75$

$503 - 428 = 75$

؟ بر مبنای DEC پر می‌کنیم.

P.253 ستون آخر خالی است. به عنوان الویی برای سرؤده

ما در سرؤده یکی از سه ستون را بسته به مواد انتخاب می‌کنیم.

P.252 ؟ جدول A1 همین را حل کردیم 426,000 $ به دست آمد.

6-10 ساده

پیچیده ← Lang روش D.

P.254 روش ساده Lang .. ستون اول × FCI = PEC

ستون دوم × TCI = DEC

این جدول در واقع خلاصهٔ جدول P.251 است.

هزینه سرمایه‌گذاری = $\frac{8\times10^6\ \$}{10\times10^3\ \text{tone}}$ ← FCI

ظرفیت تولید در سال ← تن در سال 10000

$= 800\ \frac{\$}{\text{ton}} \times 5000\ \text{ton} =$

$4\times10^6\ \$$

باید R در این بیج قرار گیرد : $\frac{1}{3} \leqslant R \leqslant 3$

روش D در P. 258 :

- روش تعیین هزینه سرمایه‌گذاری نیست !
- طاقی است که نحوه عملکرد واحدهای صنعتی را مشخص می‌کند.

$$T.R = \frac{GAS}{FCI} \qquad C.R = \frac{1}{T.R} = \frac{FCI}{GAS}$$

gross annual sales

Turn over Ratio — Capital Ratio

rough rule of thumb ← روش دقیقی نیست — P. 258

~~آیا وضعیت عملکرد این واحد صنعتی مطلوب است؟ T.R را حساب می‌کنیم. اگر p.s به بالا بود مطلوب است.~~

سرافتان می‌پرسند.

این روش هم برای پیش‌بینی سرمایه‌گذاری غالب نیست. فقط ملاک عملکرد است.

تخمین از هزینه کل محصول : Total Product Cost (TPC)

نمره دوم فصل است. به جای FCI و PEC اینجا TPC داریم.

از P. 259 به بعد

جدول P. 260 چند تا مرجع دارد. اولی هزینه‌های متغیر تولید است.

Royalty ← حق‌امتیاز یا حق‌لیسانس

بخشی از درآمد را باید به لیسانسور پرداریم البته اگر lump-sum باشد دیگر پرداخت نکردن داریم.

کاتالیست‌ها باید بازیافت شوند. خرید اولیه آنها جزو هزینه سرمایه‌گذاری است.

make-up و بازیافت اینجا لحاظ می‌شود

دومی هزینه های ثابت مثل استهلاک هستند. باید پرداخت شوند و بازگشت زمان از ارزشش کاسته می‌شود (مثل ساختمان و یا ماشین) در مورد واحدهای صنعتی آنهایی که خط بندیاند استهلاک شان از واحدهای در حال کار بیشتر است.

Tax (مالیات) جزو هزینه های ثابت است. مالیات بر فلک است. مالیات بر درآمد میزان تولید ربط دارد.

بیمه ساختمان، استهلاک - مالیات بر فلک - هزینه تأمین اعتبار، بیمه (کارکنان - تجهیزات)، اجارهٔ ساختمانهای استیجاری

سومی هزینه های غیرمستقیم (سربار) حق شاید بخواهم انجام دهم محور هستیم.

کارفرما خودش انجام می دهد برای رفاه حال کارکنان مثل درمان و امنیت

General Plant Overhead مخارج عمومی غیرمستقیم

Payroll Overhead غیرمستقیم مربوط به دستمزد

Packaging بسته بندی ← درخطای مستقیم تولید سود بیشتر است در میزان فروش دخالت دارد.

Recreation وسایل تفریحی

Salvage تجهیزات اسقاطی را انبار کنیم و به مزایده بگذاریم و بفروشیم که هزینه دارد.

آزمایشگاههای کنترل خطی غیرالزامی نیست ضمن بودجه ساخت می دهند اگر نباشد

Plant Superintendence نگهبانی و حراست

storage facilities تأسیسات انبارداری این هم خطی سربار محسوب می‌شود.

مجموع اینها هزینه های ساخت است.

چهارمی هزینه های اداری هستند.

هزینه های مهندسی، حقوق، دستمزد کارگران، حقوق کارکنان، ارتباطات، نگهداری اداره.

پنجم بازاریابی است. دفاتر فروش، پرسنل فروش هم در محل هم اونهایی که می‌روند حمل و نقل و ارسال (Shipping)، آگهی های تجارتی و تبلیغات و خدمات فنی پس از فروش

ششم R&D است که واحدهای صنعتی کوچک ندارند و الزامی نیست.

مجموع اینها هزینهٔ کل محصول است.

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

در صفحه بعد جدولی داده که در سوره عین این را می‌توان پذیرفت .
از بین این اقلام هزینه مواد اولیه و نیروی کار اقلام عمده هستند .
Chemical market Reporter ←

P. 264 جدول و P. 265 نمودار سری نیروی کار .
تعداد کارگر به ازای هر واحد از ای هر shift را مشخص کرده . خطی مقدر است .
به ازای هر راکتور Batch در هر شیفت کاری ! نفر لازم است .
" Continuous " " 0.5 " " " " می‌توان به آن کاردستی داد .
P. 265 . نمودار مفیدتر است چون میزان نیروی کار لازم را بنا به ظرفیت واحد صنعتی داده .
محور پایین $\frac{kg}{day}$ ، بالا $\frac{ton}{day}$ که بالایی سرکاربردتر است .

هم x هم y گاهی است و به همین دلیل خطی شده اند .
- محور افقی : ظرفیت و محور عمودی : $\frac{e-h}{(day)(PS)}$ ← نفر ساعت

A : افزایش ظرفیت با افزودن تعداد واحدهای صنعتی عملیات کاملا ناپیوسته که نیروی کار زیاد می‌برد و بالا واقع شده
B . شرایط متوسط : یک جا پیوسته یک جا ناپیوسته .
C : تجهیزات سرد ، ورقه بالای اتوماسیون و فرآوری سیالات به پیوسته

e-h میزان کاری که یک نفر در یک ساعت انجام می‌دهد employee - hour
Processing step (P.S) :
واحدهای اصلی فرآیند (راکتور ها ، جداسازی ، انتقال حرارت ....

P. 264 پایین مثال که طرز استفاده از نمودار .
اتوماتیک بین پایین

از شکل ↓

$$33 \frac{e-h}{(day)(PS)} \times 3\,(PS) \times 300\,(day) = 30,000$$

می‌شود این را تبدیل کرد به ... تعداد کارگر ... هر کارگر متوسط ... 2000 ساعت برای کار ... می‌کند ...

$$\frac{30,000}{2000} = 15$$

هزینهٔ خدمات جانبی 8 ...

برای آب و برق و ... داره ... مربوط به آمریکا ... از وزارت انرژی آمریکا بدست آمده ... سوخت را به ازای ارزش حرارتی داره ... (به ازای هر GJ) ... سیستم تبرید ... مثلاً ... دارد تا چه زمانی می‌خواهم سرد کنم ... دفع و تصفیه پساب ... را به ازای هر تن داره ... مواد زائد ... که به خطرناک بودن ... یا نبودن داره ... که 5 برابر سمی‌ها هزینهٔ بیشتری دارند ... آب خنک کننده ارزان ... اما آب مصرفی در فرایند چون تصفیه شده است گران است ...

جدول P. 267 برای به روز کردن از نظر زمان ... و تصحیح از نظر مکان است ... شاخص تغییر دستمزدها ... هفته در این شهرها چند سال به سال هزینه‌ها تغییر کرده ... نسبتا مهم‌اند ...

P. 268 هزینهٔ تعمیرات و نگهداری ... وابسته به تجهیزات است ... هرچه بیشتر باشد گران‌است ... هزینهٔ تولید است اما ربط داره به سرمایه‌گذاری و به درصدی از FCI گفته ...

extensive instrumentation ابزار دقیق گسترده ... هرچه به حالت بهینه برویم هزینه بیشتر ...

P. 273 خلاصهٔ فصل است ... 17 برای نمرهٔ اول فصل کاربردی است و ربط به هزینه سرمایه‌گذاری ...

18 برای نمرهٔ دوم فصل ← مثلاً برای مواد خام (1) رنج خیلی گسترده است و فایده ندارد ...

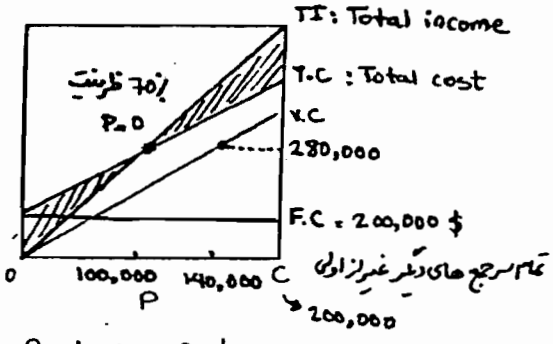
P. 271 سرفصل ترم‌های قبل آمده ... مهم است ...

مثال 6-7 دریاش ...

Breakeven point :

نه سود و نه زیان ... (نقطهٔ سربه‌سری)

P.260 را هرمان نگاه کنیم . 280,000 سرجمع اول ، 200,000 تمام اقلام دیگر روی هم . هزینه های دسته دوم با میزان تولید تغییر نمی کنند پس fixed cost هستند.



$$0.R = \frac{P}{C} = 0.7$$

$$P = \frac{560,000\ \$}{4\ \frac{\$}{kg}} = 140,000\ kg$$

↙ unit price قیمت هر واحد ↙ آن

$$C = \frac{140,000}{0.7} = 200,000$$

$$0 = P = TI - TC \Rightarrow TI = TC = FC + VC$$

درآمد = میزان تولید واسته است .

$$4n = 200,000 + 2n$$

(V.C)

$4n$ = درآمد تولید ما ↓ تولیدی ما kg ⇓

$$\frac{280,000\ \$}{140,000\ kg} = 2\ \frac{\$}{kg} \Rightarrow 2n$$

$n = 100,000$ در نصف ظرفیت تولیدی

اگر سودبسته را خواهند باید نقطه شروع فاصله را حساب کنیم . پس در 100٪ ظرفیت بیشترین سود را به ما می دهد .

$$P = \underbrace{(200,000\ kg)\left(4\ \frac{\$}{kg}\right)}_{TI} - \underbrace{\left[200,000_{FC} + (200,000\ kg)\left(2\ \frac{\$}{kg}\right)_{VC}\right]}_{TC} = 200,000$$

اینجا نامفهوم است چون استهلاک را نگفته چقدر است .

$NPBT = P - d$

$NPAT = NPBT - T$

FCI را هم نداریم و نمی توانیم حساب کنیم .

$$d = \frac{FCI - SV}{UL}$$

وقتی مالیات را تاکید نمی دهند و از آن نمی پرسند یعنی باید یکی دیگر باید بلای مالیات را حساب کرد .

فصل یازدهم : گزارشهای کتبی و شفاهی

باید ببینم - گزارش رو واسه چی - چه کسی می نویسیم ؟ سهامدار است . مشتری شرکت است .

اطلاعات پایه ای در موضوع پژوهه دارند یا نه .

سطح فنی درک افراد چقدر است ؟ P.470.

① نامه تقدیمی Letter of transmittal P.472

A - چرا گزارش نوشته شده

B . نتایج اصلی را که دقیقاً مورد درخواست بوده گزارش کنیم .

تا اینجا یک برگه اول بود .

② صفحه دوم عنوان : طراحی مقدماتی ... با ظرفیت ... از روش ...

این گزارش به کی تقدیم می شد ؟ اسم اعضای گروه و شماره دانشجویی و سمت و تاریخ تنظیم

③ صفحه بعد فهرست است . عنوان - همراه شماره صفحه .

علاوه بر فهرست مطالب فهرست جداول - واشکال می خواهیم .

④ خلاصه که سه جای آخر در اول می آید . در حد یک صفحه و دو یا سه پاراگراف . نتایج خلاصه شده و یک نتیجه گیری روشن مثلاً ROI اینقدر بوده به همین دلیل خوب است یا نه راست

⑤ بدنه اصلی :

A. مقدمه یا دیباچه : WPP آمار عضو و تقاضا را می دهد . کل واردات کل صادرات برای ایران ، خاورمیانه یا جهانی .

راجع به فرآیندهای مختلف تولید و خواص شیمیایی فنول هم اینجا توضیح می دهیم . علت انتخاب فرایند هم توضیح دهیم .

B. - PEP بررسی کرد . طرحهای قبلی چه بوده شرکتهای صاحب لیسنس کی هستند و چه واحدهایی دارد .

C . مبانی طراحی : مقدار محصول ، دمای آب خنک کننده ، نوع سوخت .

جداول و نمودارها برای فهم بهتر مثلاً PFD ها .

اگر جانشینی داشتیم علت انتخاب و تغییر را توضیح دهیم مثلاً طراحی را بلد بودیم به شبکه را پیدا نکردیم .

سپ هرنوع فرضیات و توصیه آنها . مثلاً قانون کار ایده آل استفاده شده ، ۱=۸ ضریب مخالیت یعنی محلول را ایده آل فرض کردیم .

منابع احتمال خطا را با اشاره به فرض های نادرست پیدا کنیم .

ابعاد دستگاهها . خوب هست یا نیست . مقایسه با PFD موجود

طرح پیشنهادی نهایی با داده های لازم . PFD ترکیبی و نهایی را می گذاریم . ماکد .

جدول تجهیزات . واسم آنها .

Data Sheet ها .

جدول موازنه ماده و انرژی . جریانها نام گذاری شده باشد . دما و فشار و آنتالپی جریانها

بعد مسایل فنی حالا مسائل اقتصادی است .

PEC ، ECI ، سود ، ROI و ...

نتیجه گیری و پیشنهادها ~~پیشهاد~~

conclusion = این عنوان سوم مفرون به صرفه هست یا نه . اصلاح کنیم یا نه .

پیشنهادها شامل اصلاح و بهبود و فرضیاتی که کردیم .

قدردانی و تشکر

فهرست علائم اختصاری

مرجع ها ← کتاب طرح و اقتصاد می شود مرجع

⑥ پیوست ها و ضمایم

A . از هر دستگاه یک نمونه طراحی دستی .

B . اثبات معادلات . اگر معادله ای را خودمان پیش رسیدیم .

C . جدول داده های طراحی با رجاع به منبع خواص فیزیکی از اینجا .

معادله سرعت واکنش از اینجا

D . اگر آزمایش انجام دادیم . نحوه Data گرفتن را نوشتیم . errorbar و ...

مرجع نویسی : P.477 - P.476

: Journal Articles

- نرگ و کوچک بودن حروف دقت شود . قبل "و" فاصله می خواهد ولی بعدش می خواهد .

اسم کلمه Italic نوشته شده .

95 که Bold است شمارهٔ جلد است . داخل پرانتز بلا فاصله چسبیده شماره را نوشته .

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir

75 شماره صفحهٔ مقاله است . . تاریخ داخل پرانتز و بعد نقطه .

در آمریکای اول ماه بعد روز بعد سال

وقتی دو نویسنده یا بیشتر داریم ، آخرین نویسنده را and می‌گذاریم .

کتاب ها 8

عنوان کتاب به صورت italic ... 1997 مثل Journal داخل پرانتز نیست .

عنوان مقاله در " " بعد اسم نویسنده باید بیاید

ولی عنوان کتاب فقط italic است .

وقتی اسم نویسنده را هم نمی‌دونیم قابل قبول نیست

مورد بعدی برای Patent هاست و داخل پرانتز نام کشوری است که برایش کار می‌کرده

برای مقالاتی که در حال ویرایش چاپ هستند دیگر شماره نداریم (in Press)

مهندسان شیمی تهران
www.ChemEng.ir