Meeting_001

Thursday, October 01, 2020 9:59 AM

عنوان کتاب : مکانیک سیالات در مهندسی شیمی

نویسنده اصلی : وان داربی

مترجم : میثم ا دادور

همکار دانشگاهی امیرکبیر.

مکانیک سیالات کاربرد در صنایع غذایی

1. ابعاد بی بعد
2. خواص سیال
3. جریان های داخلی (جریان در داخل لوله ها)
4. جریان های خارجی

فصل اول

* ابعاد و واحدها

5 N 4 m^2 1.0 m^3 1.A

1.0 kg 1.0 kw

بعد : خاصیت یک کمیت فیزیکی را مشخص می کند :

تقسیم بندی کمیت های فیزیکی { 1. ابعاد اصلی 2. ابعاد فرعی :

ابعاد اصلی : کمیت های مستقلی هستند که توسط کمیت های دیگر قابل تعریف نیستند.

زمان — دما — طول — جرم — نیرو

t T L M F

ابعاد فرعی : ابعادی هستند که توسط کمیت های دیگر قابل تعریف هستند

A V V E P ρ F سرعت زاویه ای

A	$\forall$	v	a	E	توان P	فشار p	نیرو F	سرعت زاویه‌ای ω
L^2	L^3	$\frac{L}{t} = Lt^{-1}$	$\frac{L}{t^2} = Lt^{-2}$		چگالی ρ	گشتاور τ	جسم مغزش	انرژی داخلی u

$F = m.a \Rightarrow [F] = [m].[a] \rightarrow [F] = [M][Lt^{-2}]$

$$[F] = MLt^{-2}$$

توان $[p] = \frac{[w]}{[t]} = \frac{[F].[x]}{[t]} = \frac{MLt^{-2}.L}{t} = ML^2t^{-1}$

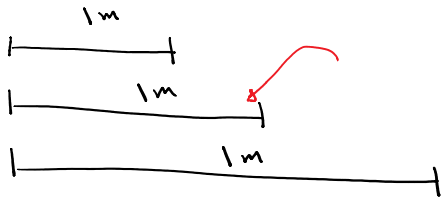
$$[p] = ML^2t^{-1}$$

سرعت زاویه‌ای $[W] = \frac{[rad]}{[t]} = \frac{1}{t} = t^{-1}$ $\quad [w] = t^{-1}$

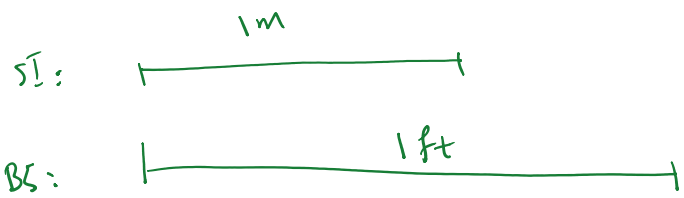
انرژی $[E] = [F].[x] = MLt^{-2}.L = ML^2t^{-2}$

واحدها:

واحد: صیقل‌سازی اندازه‌گیری کمیت‌های اصلی



سیستم واحد
- متریک (SI): kg, m, s, K, kJ, kw
- انگلیسی (BS): slug, ft, s, R, Btu



$1ft = 1.08m$

نیوتن N

پوند lb

$1lb = ? N$

آنالیز ابعادی:

* در مسائل مربوط به سیالات تعداد زیادی از متغیرها حضور دارند:

P
M
T
W
H
D
h

* علت تعداد زیاد متغیر، یافتن یک رابطه تجربی (آزمایشگاهی) بین متغیرها بسیار مشکل است.

* تغییر متغیرها از آزمایشگاهی به صفحه برده آنالیز ابعادی بسیار مشکل است.

آنالیز ابعادی: از یافتن تعداد متغیرهای تاثیرگذار بر روی یک مسئله و ساختن مجموعه‌ای از گروه‌های بی بعد به کمک متغیر تاثیرگذار مسئله که این مجموعه گروه‌های بی بعد می‌توانند تجربی رفتار سیستم را توضیح دهند.

مزیت آنالیز ابعادی:

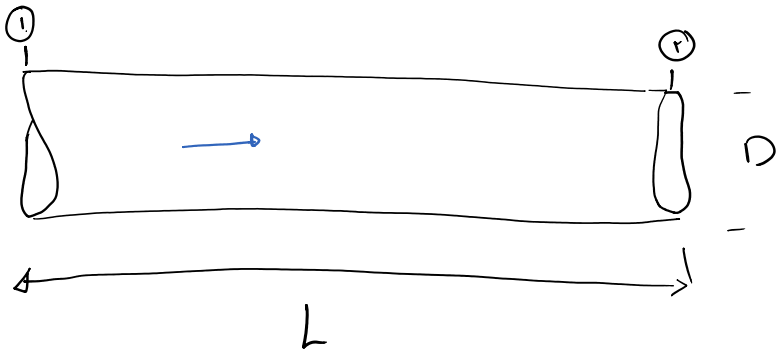
(۱) تعداد بی بعد رابطه بین واحدها سیستم و مستقل از اندازه سیستم است.

(۲) تعداد گروه‌های بی بعد کمتر از متغیرهای مسئله است.

استخراج اعداد بی بعد

از روابط ...

* استخراج اعداد بی‌بعد برای جریان عبوری از داخل لوله



(۱) تعیین متغیرهای اصلی مسئله

L و D و جنس ← ابعاد و جنس لوله
ρ و μ و جنس سیال
$\bar{V}$ ، ΔP ، ~~Q~~ → $(L, D, \varepsilon, \mu, \rho, Q, \Delta P)$

جنس لوله توسط زبری آن بی‌بعد می‌شود

ε ← زبری ← mm

$$Q = \bar{V} \cdot A = \bar{V} \cdot \pi/4 D^2 = \pi/4 D^2 \cdot \bar{V} \rightarrow \bar{V} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

چون دبی و اینچ، حتی لوله و سرعت جریان در داخل لوله می‌باشد هر دوی این پارامترها ($\bar{V}$ و D) به عنوان متغیر اصلی در نظر گرفته شده‌اند، لذا دبی را به عنوان متغیر اصلی در نظر نمی‌گیریم.

(۲) لیست کردن متغیرها و مشخص کردن ابعادشان:

متغیرها	ابعاد
$\bar{V}$	Lt^{-1}
ΔP	$ML^{-1}t^{-2}$
D	L
L	L
ε	L
ρ	ML^{-3}
μ	$ML^{-1}t^{-1}$

$$[\Delta P] = \frac{[F]}{[A]} = \frac{MLt^{-2}}{L^2} = ML^{-1}t^{-2}$$

$$[\rho] = \frac{[m]}{[\forall]} = ML^{-3}$$

Pa.s

$$[\mu] = [ML^{-1}t^{-2}] \cdot t$$

$$= ML^{-1}t^{-1}$$

ρ	ML^{-3}
M	$ML^{-1}t^{-1} = \frac{M}{Lt}$
تعداد متغیرها $= 5$	تعداد ابعاد اصلی $= 3$

تعداد ابعاد اصلی − تعداد متغیرها = تعداد گروه‌های بی بعد

$= 5 - 3 = 2$

۲ گروه بی بعد خواهیم داشت.

---

۳) انتخاب یک مجموعه از متغیرهای مرجع

شرط های لازم برای انتخاب متغیر مرجع

۱) تعداد متغیرهای مرجع برابر با تعداد ابعاد اصلی مسئله باشد

۲) هیچ دو متغیر مرجع نباید دارای بعد یکسانی باشند

۳) تمام ابعاد اصلی در مسئله باید در متغیرهای مرجع باشند (M, L, t)

① $[D] = L$ ② $[V] = L/t = Lt^{-1}$ ③ $[\rho] = M/L^3$

---

۴) حل معادله‌های ابعادی برای بعدهای L, M, t برحسب متغیرهای مرجع ρ, D, V

$$L = [D] \quad , \quad t = \frac{L}{[V]} = \left[\frac{D}{V}\right] \quad , \quad M = [\rho L^3] = [\rho D^3]$$

$$[\varepsilon] = L = [D]$$

$$[L] = L = [D]$$

$$[M] = \frac{M}{Lt} = \left[\frac{\rho D^3}{D \cdot \frac{D}{V}}\right] = [\rho D V]$$

$$[\Delta P] = \frac{M}{Lt^2} = \left[\frac{\rho D^3}{D \cdot D^2}\right] = [\rho V^2]$$

۵)

$$N_1 = \varepsilon/D \quad , \quad D/\varepsilon$$

$$N_2 = L/D \quad , \quad D/L$$

$$N_3 = \frac{\rho D V}{M}$$

$$N_4 = \frac{\Delta P}{\rho V^2} \quad , \quad \frac{\rho V^2}{\Delta P}$$

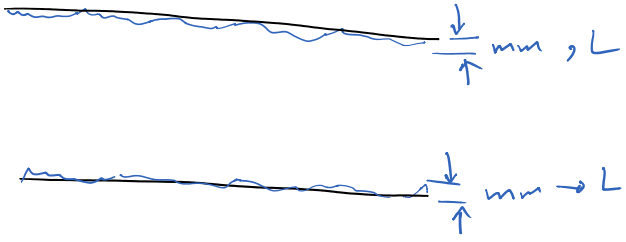
$D \cdot \frac{D^2}{V^2}$

---

۵ - ۱ استخراج اعداد بی بعد

* اعداد بی بعد مسئله مورد نظر با استخراج تئوری و رابطه بین ابعاد بی بعد هنوز مشخص نیست. می‌توان در آزمایشگاه با انجام یک آزمایش رابطه بین این اعداد را مشخص کرد.

$$N_4 = f(N_1, N_2, N_3)$$



آیا اعداد بی بعد منحصر به فرد هستند؟ شکل اعداد بی بعد کاملا وابسته به نوع متغیرهای مرجع می‌باشد و یا می‌توان متغیرهای بی بعد حاضر را با هم ترکیب کرد و به گروه اعداد بی بعد جدید رسید؟

گروه اول

$N_1 = \varepsilon/D$

$N_2 = L/D$

$N_3 = \frac{\rho V D}{\mu}$

$N_4 = \frac{\Delta P}{\rho V^2}$

سرعت مجهول است ⟹ $N_5 = (N_3)^2 \cdot N_4 = \frac{\rho^2 V^2 D^2}{\mu^2} \times \frac{\Delta P}{\rho V^2} = \frac{\Delta P \cdot \rho D^2}{\mu^2}$

$N_4 = f(N_1, N_2, N_3)$

گروه جدید اعداد بی بعد

$N_1 = \varepsilon/D \quad N_2 = L/D$

$N_3 = \frac{\rho V D}{\mu} \quad N_5 = \frac{\Delta P \, \rho D^2}{\mu^2}$

$$N_3 = f(N_1, N_2, N_5)$$

$$\frac{\rho V D}{\mu} = f(N_1, N_2, N_5) \rightarrow V = \frac{\mu}{\rho D} f(N_1, N_2, N_3)$$

که مجهول

$$\Delta P \longrightarrow L \longrightarrow \frac{\Delta P}{L}$$

$$N_1 = \frac{L}{D}$$

$$N_4 = \frac{\Delta P}{\rho V^2}$$

$$\Rightarrow N_6 = N_4 \times \frac{1}{N_1} = \frac{\Delta P}{\rho V^2} \times \frac{D}{L} = \frac{\Delta P/L \cdot D}{\rho V^2}$$

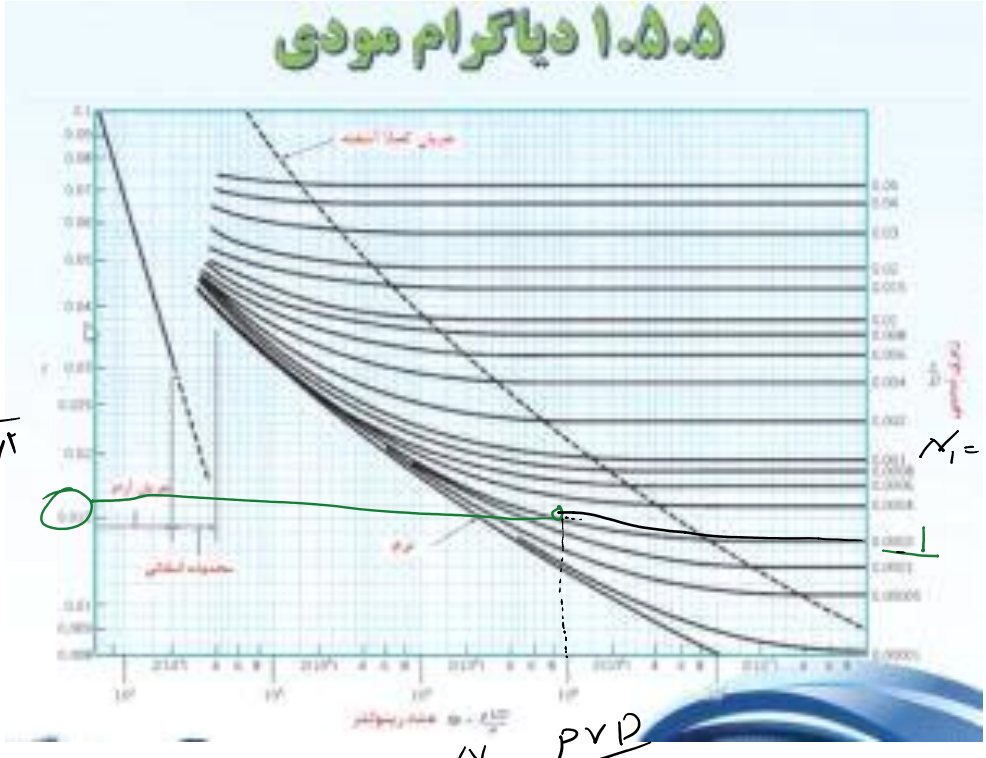
برای بررسی درجات مختلف لوله گروه‌های بی‌بعد زیر را خواهیم داشت:

$$N_1 = \varepsilon/D$$

$$N_2 = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$N_3 = \frac{\Delta P/L \cdot D}{\rho V^2}$$

$$\longrightarrow N_3 = f(N_1, N_2) \longrightarrow$$ دیاگرام مودی



$N_3 = \frac{\Delta P/L}{\rho V^2}$

$N_1 = \varepsilon/D$

$N_2 = \frac{\rho V D}{\mu}$

شرایط تعمیم معیار:

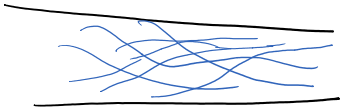
(۱) نوع سیال مدل آزمایشگاهی یا مدل واقعی یکی باشد.

(۲) توانق ابعاد و هندسه باشد.

(۳) باید تشابه دینامیکی بین مدل آزمایشگاهی با مدل واقعی وجود داشته باشد.

$$(N_1)_e = (N_1)_a \qquad (N_3)_e = (N_4)_a$$

$$(N_2)_e = (N_2)_a$$



جریان در داخل لوله‌ها { جریان آرام / جریان آشفته

* در جریان آرام { ضریب لوله تابع عدد رینولدز است. / ضریب اصطکاک تابع عدد رینولدز است.

$N_1 = \varepsilon/D$ X حذف می‌شود

$$N_2 = \frac{\rho V D}{\mu}$$

$$N_3 = \frac{\Delta P/L \cdot D}{\rho V^2}$$

$$\Rightarrow N_4 = N_2 \cdot N_3 = \frac{\rho V D}{\mu} \times \frac{\frac{\Delta P}{L} \cdot D}{\rho V^2}$$

$$N_4 = \frac{\Delta P \cdot D^2}{L \cdot \mu \cdot V} = 16$$

$$N_4 = \frac{52 \cdot 0}{L \cdot 3 \cdot 2} = 16$$

بنابراین در داخل لوله‌ها به یک عددی بعد خواهیم رسید که مقدار آن هم همیشه ثابت است.