به نام ایزد یکتا

بولتن فنی شرکت میراب (۱۳۹۷)، شماره ۵

MIRAB TECHNICAL BULLETIN (5)

محاسبه افت فشار صفحات مشبک تمیز

در شرایط هیدرودینامیکی

با معلوم بودن عدد رینولدز و ضخامت صفحه

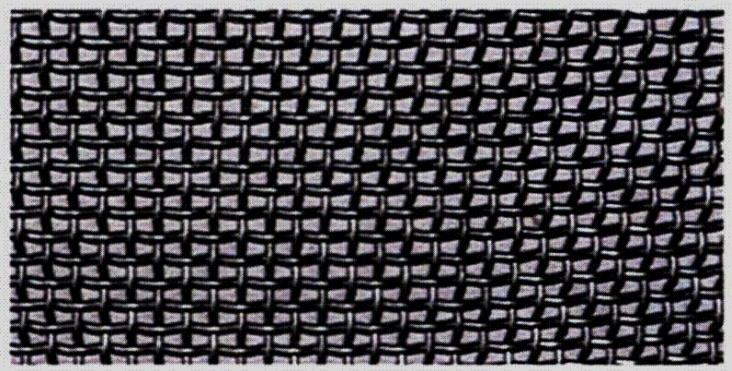
در این مبحث محاسبات افت فشار سیال عبوری از صفحات مشبک در ۲ نوع توری (طبق تصاویر زیر) و با فرض اینکه صفحات کاملا تمیز و بدون گرفتگی باشد ارئه شده است.

ضمنا محاسبات بر اساس محدوده عدد رینولدز سیال و شاخص $L_{screen}/d_h = \frac{\text{ضخامت صفحه}}{\text{قطر هیدرولیکی}}$

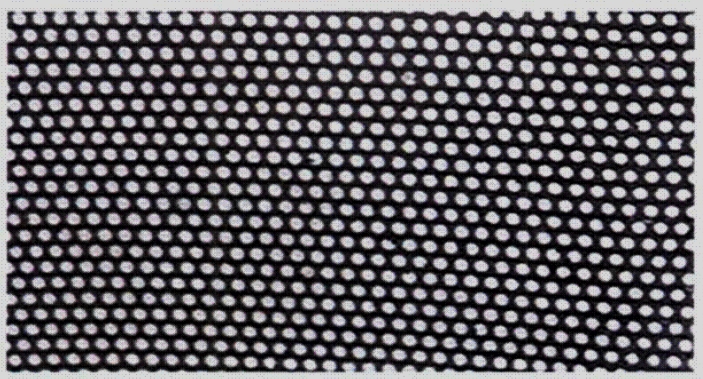
(به عنوان معیاری برای تعیین نازک یا ضخیم بودن توری طبق دو گروه ذیل) تقسیم بندی شده است.

* **توری نازک** $L_{screen}/d_h < 0.015$

* **توری ضخیم** $L_{screen}/d_h > 0.015$



توری بافته شده با مفتول فلزی (Woven Metal Wire Screen)



ورق سوراخدار (Perforated Metal Plate)

گروه ۱ : افت فشار در توری های نازک بافته شده با مفتول فلزی با شرط $L_{screen}/d_h < 0.015$

که به اشکال ساده، چهارگوش و یا دایره ای ساخته شده اند را می توان با فرمول های زیر محاسبه کرد:

$\Delta P = K_{screen} \times \frac{\rho \times V^2}{2}$	(1)

$f = \frac{A_{screen}}{A}$	(2)

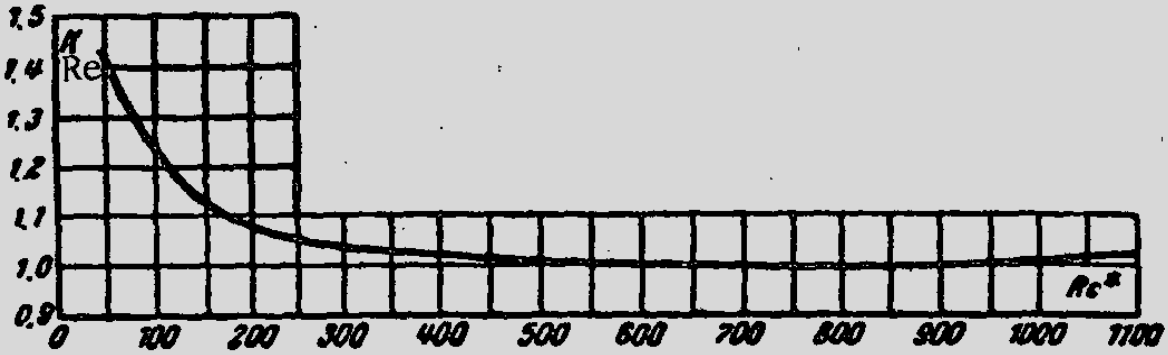
$K_{screen} = 1.3 \times (1-f) + \left(\frac{1}{f} - 1\right)^2$	$for\ Re_{screen} \geq 10^3$	(3)a
$K_{screen} = K' \times \left[1.3 \times (1-f) + \left(\frac{1}{f} - 1\right)^2\right]$	$For\ 50 < Re_{screen} < 10^3$	(3)b
$K_{screen} = \frac{22}{Re} \times \left[1.3 \times (1-f) + \left(\frac{1}{f} - 1\right)^2\right]$	$For\ Re_{screen} < 50$	(3)c

d_h	قطر هیدرولیکی توری $d_h = 4 \times \frac{A_{screen}}{P_{screen}}$
L_{screen}	ضخامت توری
ΔP	افت فشار در توری تمیز
ρ	دانسیته سیال
V	سرعت سیال عبوری از توری
K_{screen}	ضریب افت فشار در توری تمیز
K'	ضریب تصحیح برای عدد رینولدز کم (طبق جدول شماره ۱ یا نمودار شماره ۱)
P_{screen}	محیط مقطع عبور سیال از توری (محیط آبدهی کل)
Re_{screen}	عدد رینولدز برای عبور جریان از سطح توری و قطر هیدرولیکی آن
A_{screen}	سطح عبور سیال از توری (سطح آبدهی کل)
A	سطح مقطع صفحه توری
f	ضریب نسبت سطح عبور جریان به سطح کل

*** توضیح: تمامی واحدها در سیستم متریک می باشد.

ضریب تصحیح برای عدد رینولدز $50 < Re_{screen} < 1000$								
Re_{screen}	50	100	150	200	300	400	500	1000
K'	1.44	1.24	1.13	1.08	1.03	1.01	1.01	1

جدول شماره ۱



نمودار شماره ۱

گروه ۲ : برای ورق های سوراخدار نازک ($\frac{L_{Sheet}}{d_h} < 0.015$) **با شرط** $Re_{Plate} > 10^5$ **از فرمول زیر استفاده می شود:**

$\Delta P = K_{Plate} \times \frac{\rho \times V^2}{2}$	(1)

$f = \frac{A_{Plate}}{A}$	(2)

$K = [0.707 \times (1-f)^{0.5} + 1 - f]^2 \times \frac{1}{f^2}$	(3)

d_h	قطر هیدرولیکی توری $d_h = 4 \times \frac{A_{Plate}}{P_{Plate}}$
L_{plate}	ضخامت ورق
K_{Plate}	ضریب افت فشار در ورق سوراخدار تمیز
P_{Plate}	محیط مقطع عبور سیال از توری (محیط آبدهی کل)
Re_{Plate}	عدد رینولدز برای عبور جریان از سطح توری و قطر هیدرولیکی آن
A_{Plate}	سطح عبورسیال از توری (سطح آبدهی کل)
A	سطح مقطع صفحه توری
f	ضریب نسبت سطح عبور جریان به سطح کل

گروه ۳ : برای ورق های سوراخدار ضخیم ($Re_{Sheet} > 10^5$) **و با شرط** $\frac{L_{Sheet}}{d_h} > 0.015$ **از فرمول زیر استفاده می شود:**

$$\Delta P = K_{Sheet} \times \frac{\rho \times V^2}{2} \quad (1)$$

$$f = \frac{A_{Sheet}}{A} \quad (2)$$

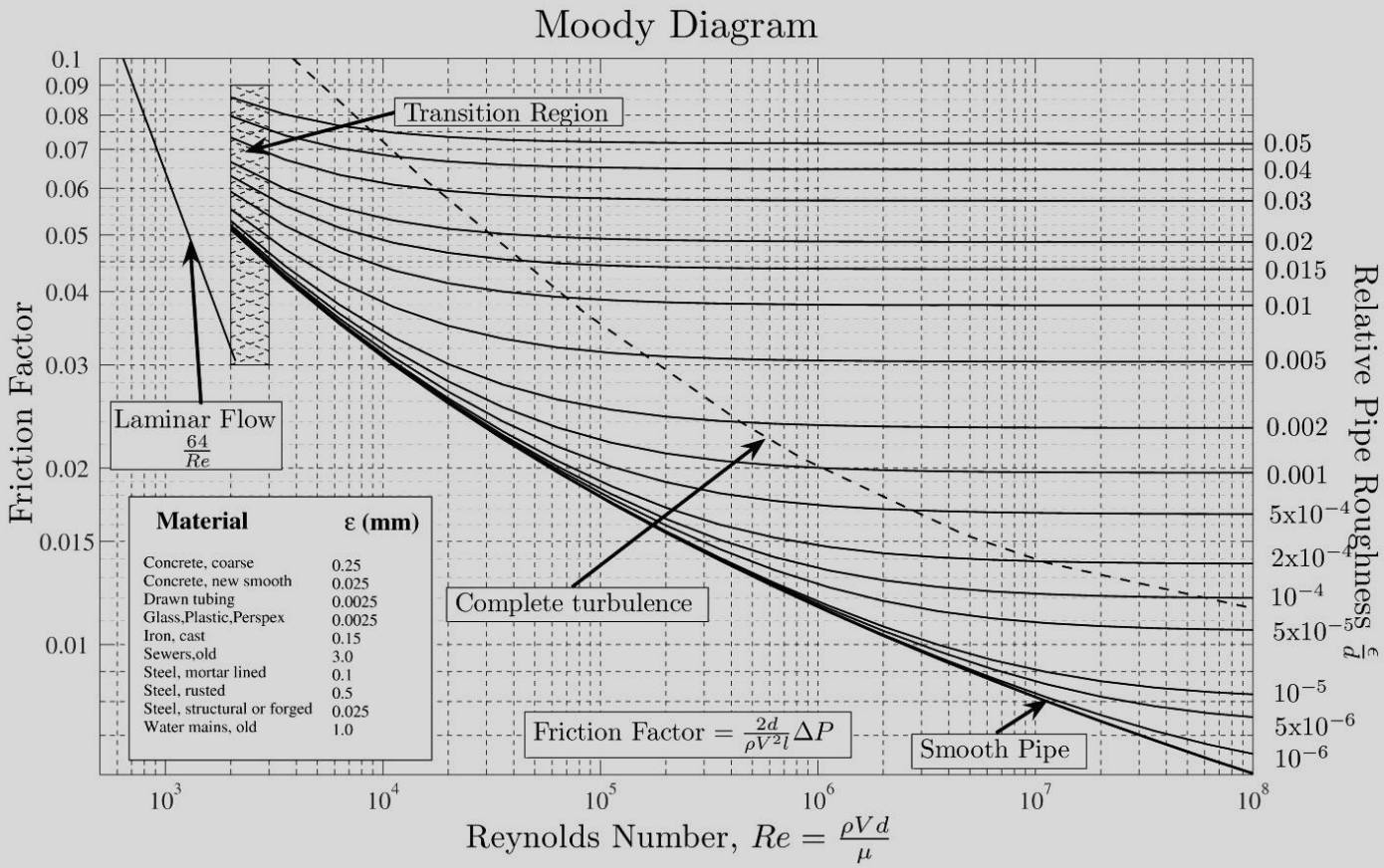
$$K_{Sheet} = \left\{[0.5 + \tau \times (1-f)^{0.5}] \times (1-f) + (1-f)^2 + \lambda \times \frac{L_{Sheet}}{d_h}\right\} \frac{1}{f^2} \quad (3)$$

مقدار ضریب تاثیر ضخامت صفحه (τ) از جدول شماره ۲ تعیین می شود.

مقدار فاکتور اصطکاک جدار ($\lambda = \varepsilon/d$) از دیاگرام Moody در صفحه بعد محاسبه می گردد.

تعیین (τ) برای ورق های ضخیم										
$\frac{L_{Sheet}}{d_h}$	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.4
τ	1.35	1.22	1.10	0.84	0.42	0.24	0.16	0.07	0.02	0.0

جدول شماره ۲


Moody Diagram
Friction Factor
Relative Pipe Roughness $\frac{\epsilon}{d}$
Reynolds Number, $Re = \frac{\rho V d}{\mu}$
Transition Region
Laminar Flow
$\frac{64}{Re}$
Complete turbulence
Friction Factor = $\frac{2d}{\rho V^2 l}\Delta P$
Smooth Pipe
Material
ε (mm)
Concrete, coarse 0.25
Concrete, new smooth 0.025
Drawn tubing 0.0025
Glass,Plastic,Perspex 0.0025
Iron, cast 0.15
Sewers,old 3.0
Steel, mortar lined 0.1
Steel, rusted 0.5
Steel, structural or forged 0.025
Water mains, old 1.0

گروه ۴ : برای صفحه های مشبک یا ورق های سوراخدار ضخیم ($L_{Plate}/d_h > 0.015$) **با شرط**

$30 < Re_{Plate} < 10^4_10^5$ **فرمول زیر پیشنهاد می گردد.**

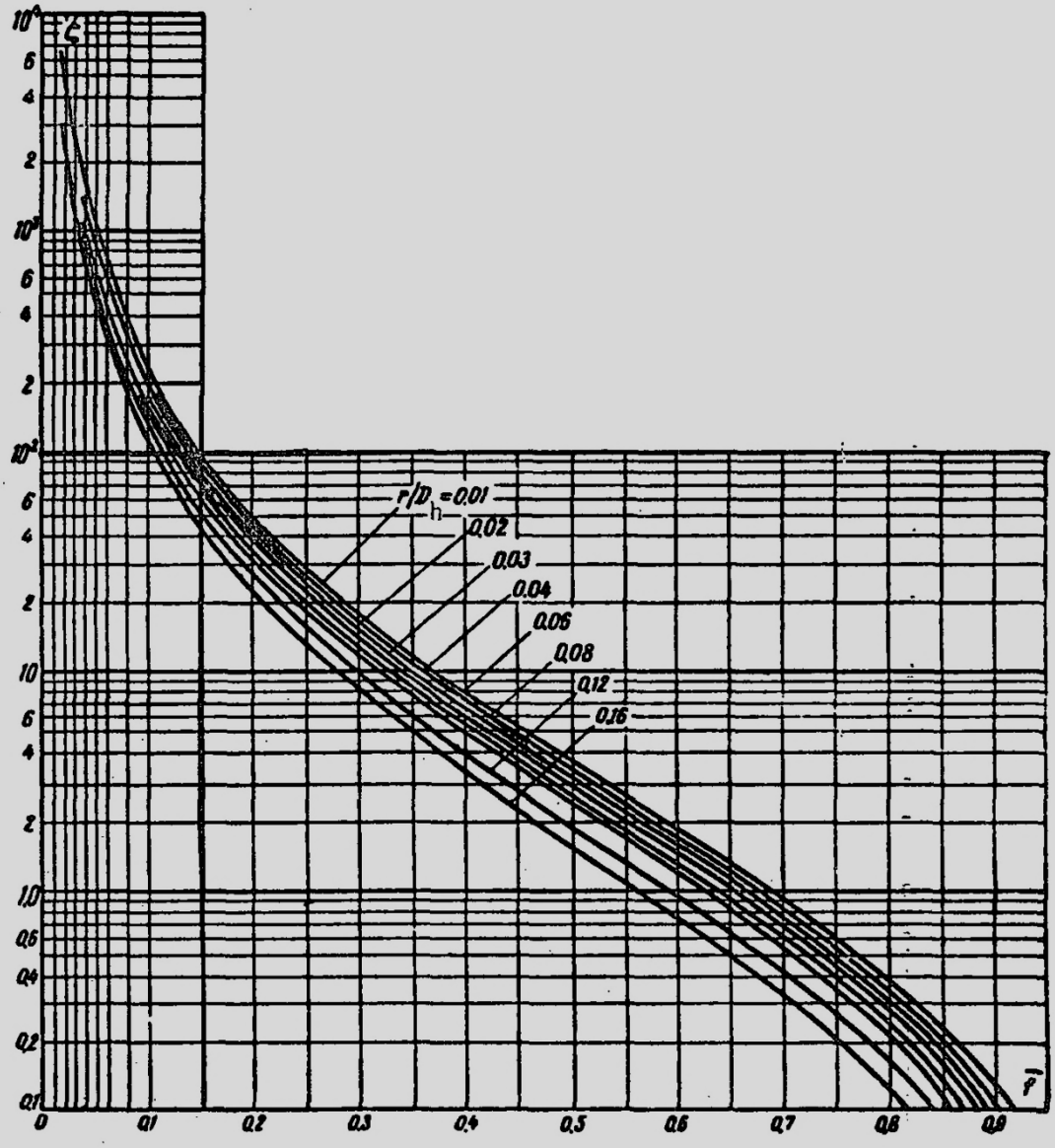
$\Delta P = K_{plate} \times \frac{\rho \times V^2}{2}$	(1)

$K_{Plate} = \frac{\xi_\varphi}{f^2} + \varepsilon_{oRe} \times \xi_{Lqu}$	(2)

انتخاب مقادیر از نمودار شماره ۲	$\xi_\varphi = F(Re_{Plate}, f)$
انتخاب مقادیر از جدول شماره ۲	$\varepsilon_{oRe} = F(Re_{plate})$
مقدار ξ_{Lqu} متناسب با مقدار $\frac{L_{Sheet}}{d_h}$ می باشد که مساوی با مقدار K محاسبه شده در گروه های ۱، ۲ یا ۳ خواهد بود.	$\xi_{Lqu} = K_{plate}$

تعیین ε_{oRe} برای ورق های ضخیم												
Re_{plate}	25	40	60	10^2	2×10^2	4×10^2	10^3	2×10^3	4×10^3	10^4	2×10^4	10^5
ε_{oRe}	0.34	0.36	0.37	0.40	0.42	0.46	0.53	0.59	0.64	0.74	0.81	0.94

جدول شماره ۲



نمودار شماره ۲

منبع:

Idelchik’s Handbook for hydraulic Resistances