



تشریح مسائل
خواص سیالات
مخازن هیدروکربوری

WILLIAM D. McCAUL Jr.

میرایش جدید

مؤلف:

مهندس اشکان صبری پرازجانی

مهندس احسان حسینی

مهندس ایمان حسینی



مؤسسه انتشارات سنایش

سرشناسه

: اکبری برازجانی، اشکان، ۱۳۶۷-

عنوان و نام پدیدآور

: تشریح مسائل خواص سیالات مخازن هیدروکربوری (ویلیم مکین ا)
مولفان اشکان اکبری برازجانی، احسان حسنی، ایمان حسنی.

مشخصات نشر

: تهران: ستایش، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری

: ۳۷۴ ص: مصور، جدول.

شابک

: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۵۳-۲ ریال: ۱۴۲۰۰۰

وضعیت فهرست نویسی

: فیبا

یادداشت

: کتاب حاضر راهنمای کتاب "properties of petroleum fluids, 2nd ed The"
تالیف ویلیام مکین است که تحت عنوان "خواص سیالات مخازن هیدروکربوری"
و عناوین دیگر به فارسی ترجمه شده است.

عنوان

: ویژگی‌های سیالهای نفتی.

موضوع

: نفت

موضوع

: گاز طبیعی

موضوع

: نفت - مهندسی مخازن زیرزمینی

موضوع

: نفت - مهندسی مخازن زیرزمینی - مسائل، تمرین‌ها و غیره

شناسه افزوده

: حسنی، احسان، ۱۳۶۸ -

شناسه افزوده

: حسنی، ایمان، ۱۳۶۶ -

شناسه افزوده

: حسنی، ایمان، ۱۳۶۶ - م. و ویژگی‌های سیالهای نفتی

رده بندی کنگره

: ۶۹۱-۹۲۲-۰۷۰۱ TN۸۷۰

رده بندی دیویی

:

شماره کتابشناسی ملی

: ۸۸۴۸۴۵

setireshi

Publication

House

تهران

مؤسسه انتشارات ستایش



تهران - صندوق پستی: ۹۹۵-۱۳۱۴۵ تلفن: ۶۹۴۸۹۹۵ - ۰۹۱۲ ۶۹۴۸۹۹۵ - ۶۹۴۸۹۹۵ (۰۲۱)

تشریح مسائل خواص سیالات مخازن هیدروکربوری

مؤلفان: مهندس اشکان اکبری برازجانی،

مهندس احسان حسنی و مهندس ایمان حسنی

ناشر: انتشارات ستایش

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۲

شمارگان: ۲۰۰۰ جلد

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۱۸۴-۵۳-۲

قیمت: ۱۴۲۰۰۰ ریال

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

سخن ناشر

ستایش خداوند جان و جهان که بخشید لطف و کرم بی کران

به حول و قوه‌ی الهی مؤسسه‌ی انتشارات ستایش با اهداف علمی- فرهنگی و انگیزه‌ی خدمت، برای ارتقاء آگاهی، سطح معلومات، دانش عموم، به‌ویژه ترویج کتاب و کتابخوانی اقدام به چاپ و انتشار کتاب‌های گوناگون نموده؛ امید است بتوانیم ره‌ی مؤثری را پدیدآورندگان و مخاطبان باشیم... انشاءالله-
لذا از خوانندگان، محققان، دانشمندان و صاحب‌نظران در زمینه‌های گوناگون علمی، کامپیوتری، فنی و ... سبک‌دوره مهندسی صنایع نفت دعوت می‌نمایم تا ما را در ارائه و گسترش اهداف و نظرری نمایند.

شایان ذکر است جهت آگهی و پدیدار آثار این انتشارات می‌توانید به سایت www.setayeshpress.com مراجعه نموده و در صورت تمایل به همکاری یا هر نوع انتقاد و پیشنهادی به نشانی پست الکترونیکی setayeshpress@yahoo.com یا تهران صندوق پستی ۱۶۱۸-۱۳۴۴۵ مکاتبه نمایید. بلف شما مایه‌ی افتخار ماست.

فهرست مطالب

۶	.....	هفتمه
۷	.....	عاشقانه
۲۵	.....	تمرین های فصل اول : اجزای سیالات نفتی
۴۳	.....	تمرین های فصل دوم : مختار فاز
۷۱	.....	تمرین های فصل سوم : معادله های حالت
۹۹	.....	تمرین های فصل چهارم : دیگر معادله های حالت برای گازهای حقیقی
۱۰۹	.....	تمرین های فصل پنجم : سنگین ها
۱۱۹	.....	تمرین های فصل ششم : خصوصیات های سنگین
۱۳۵	.....	تمرین های فصل هفتم : ویژگی های سنگین تر
۱۶۱	.....	تمرین های فصل هشتم : ویژگی های نفت سنگین - ایزوف
۱۷۱	.....	تمرین های فصل نهم : ویژگی های نفت سنگین - اطلاعات مایع
۱۷۷	.....	تمرین های فصل دهم : ویژگی های نفت سنگین - بررسی های مایع
۱۹۳	.....	تمرین های فصل یازدهم : ویژگی های نفت سنگین - رابطه ها
۲۲۷	.....	تمرین های فصل دوازدهم : تعادل گاز - مایع
۲۶۹	.....	تمرین های فصل سیزدهم : جداسازی سطحی
۲۶۹	.....	تمرین های فصل چهاردهم : رابطه های نسبت تعادلی
۲۸۳	.....	تمرین های فصل پانزدهم : محاسبات تعادلی گاز - مایع با استفاده از معادله های حالت
۳۵۷	.....	تمرین های فصل شانزدهم : خواص آب میادین نفتی
۳۷۱	.....	تمرین های فصل هفدهم : هیدرات های گازی

مقدمه

درس خواص سیالات مخازن هیدروکربوری از مهم‌ترین دروس اصلی رشته‌ی مهندسی نفت است که تمامی گرایش‌های این رشته ملزم به گذراندن این درس می‌باشند. با توجه به این‌که کتاب خواص سیالات مخازن هیدروکربوری - تألیف ویلیام مک‌کین - یکی از منابع بی‌نظیر در مبحث خواص سیالات در دنیا باشد، همچنین نظر به این‌که عمده سؤالاتی که در درس خواص سیالات آزمون کارشناسی ارشد از سؤالاتی است که در این کتاب مذکور طرح می‌شود، بر آن شدیم تا با تشریح مسائل کتاب یادشده منبعی مناسب برای درس‌های دانشگاهی و غیردانشگاهی مهیا کنیم.

هرچند در راه تألیف این کتاب که سال اولین بار در جهان منتشر می‌گردد، یه عنوان اولین تجربه، زحمات زیادی را متحمل شدیم، اما اصولاً به کمک و بروردگار موفق شدیم و خدا را شاکریم.

شایسته است از اساتید و دوستان عزیزمان گرانقدر؛ آقایان دکتر سیروس قطبی، دکتر مسعود ریاضی، دکتر سعید جمشیدی، دکتر حمیدرضا فیاضی و سرکار خانم دکتر ترانه جعفری بهبهانی که در تألیف این کتاب همکاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم. همچنین مراتب تشکر و قدردانی خود را از جناب آقای علی‌اکبر حائری، مدیر محترم انتشارات ستایش که نهایت مساعدت را در انتشار این کتاب مبذول نمودند، ابراز می‌داریم.

لازم به ذکر است علی‌رغم نهایت دقت که در آماده‌سازی این کتاب به کار رفته است، کتاب حاضر نیز مانند دیگر آثار خالی از اشکال نیست، امیدواریم اساتید فن و مخاطبان گرامی با ارسال راهنمایی‌ها و پیشنهادهای خود به انتشارات ستایش ما را در جهت رفع نقایص احتمالی این کتاب یاری دهند.

با احترام و عرض تبریک روزافزون

علائم اختصاری

a, b, c	constants in various equations of state
a, b, c, A_0, B_0	constants in Beattie-Bridgeman equation of state
$a, b, c, A_0, B_0, C_0, \alpha, \gamma$	constants in Benedict-Webb-Rubin equation of state
a_c	constant in Soave-Redlich-Kwong and Peng-Robinson equations of state
a_T	temperature-dependent coefficient in Soave-Redlich-Kwong and Peng-Robinson equations of state
a_{Ti}	temperature-dependent coefficient of component i
a_{Tj}	temperature-dependent coefficient of component j
A	Avogadro's number of molecules per molecular weight
A	cross-sectional area
A	solubility mole fraction of carbon dioxide and hydrogen sulfide in Equation B-17
A, B, A', B'	coefficients in various equations of state
A'_j, B'_j	coefficients for component j
A, B, E	coefficients in Beattie modification of Beattie-Bridgeman equation of state
AGP	additional gas produced, a parameter in reservoir-gas specific gravity equation, defined by Equation 7-11
API, °API	liquid gravity in °API, defined by Equation 8-2
b_j	coefficient for component j in various equations of state
b_j	plotting factor defined by equation 14-4

b_o	oil shrinkage factor, defined by Equation 8-4
B	mole fraction of hydrogen sulfide in Equation B- 17
$B, C, \dots$	virial coefficients
B_g	gas formation volume factor, specific to dry gas, defined by Equation 6-1
B_o	oil formation volume factor, defined by Equation 8-3
B_{ob}	oil formation volume factor at bubble-point
B_{OD}	see Table 10-3
B_{ODb}	see Table 10-3
B_{OSb}	see Table 10-3
B_t	total (two-phase) formation volume factor, defined by Equation 8-6
B_{tD}	see Table 10-3
B_w	water formation volume factor, defined in Chapter 16
B_{wb}	water formation volume factor at the bubble point of water
B_{wg}	wet-gas formation volume factor, defined by Equation 7-12
c_g	gas coefficient of isothermal compressibility, defined by Equations 6-4
c_o	liquid coefficient of isothermal compressibility, defined by Equations 8-7 or Equation 8-24
c_{pr}	gas pseudoreduced coefficient of isothermal compressibility, defined by Equation 6-14
c_w	water coefficient of isothermal compressibility, defined by Equations 16-2 or Equation 16-3
C	constant of integration or constant of proportionality
$(CN)_{pb}$	defined by Equation B-38
$(CN)_{Bob}$	defined by Equation B-48
C_p	gas heat capacity at constant pressure
d	molar density $1/V_M$

$\text{EXP}(x)$	equivalent to e^x
f	fugacity, defined by Equation 15-3
f_j	fugacity of component j , defined by Equation 15-18
f_g	fugacity of gas in equilibrium with liquid
f_{gj}	fugacity of component j of gas in equilibrium with liquid
f_L	fugacity of liquid in equilibrium with gas
f_{Lj}	fugacity of component j of liquid in equilibrium with gas
F_j	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-9
G	chemical potential
G_i	chemical potential of component i
GPM	liquids content of gas, gallons per Mscf
GPM_j	liquids content of component j in gas, gallons per Mscf of gas
J	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-5
J'	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-3
K	equilibrium ratio, defined by Equation 12-14
K	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-6
K'	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-4
K_j	equilibrium ratio of component j
K_j^C	calculated value of equilibrium ratio of component j
K_i^T	trial value of equilibrium ratio of component j
$\ln$	natural logarithm, base e
$\log$	common logarithm, base 10
L	length

L_c	heating value (heat of combustion)
L_{ci}	heating value of component j
L_v	latent heat of vaporization
m	mass
m	constant in Soave-Redlich-Kwong and Peng-Robinson equations of state
m'	mass of one molecule
m_R	mass of reservoir gas
M	molecular weight
M_a	apparent molecular weight, defined by Equation 3-35
M_{air}	apparent molecular weight of air
M_{C7+}	apparent molecular weight of heptanes plus fraction
M_g	apparent molecular weight of gas
M_j	molecular weight of component j
M_L	apparent molecular weight of liquid in equilibrium with gas
M_O	apparent molecular weight of liquid
M_{OR}	apparent molecular weight of reservoir liquid
M_{STO}	apparent molecular weight of stock-tank liquid
n	number of moles, total moles
n'	number of molecules
n_g	number of moles of gas in equilibrium with liquid
n_j	number of moles of component j
n_L	number of moles of liquid in equilibrium with gas
n_{Lf}	moles of liquid remaining at end of differential vaporization
n_{Li}	moles of liquid at start of differential vaporization
n_R	number of moles of reservoir gas

$\bar{n}_g$	fractional moles of gas, n_g/n
$\bar{n}_{g1}, \bar{n}_{g2}, \dots$	fractional moles of gas formed in stages 1, 2, ... of stage separation process
$\bar{n}_L$	fractional moles of liquid, n_L/n
$\bar{n}_{L1}, \bar{n}_{L2}, \dots$	fraction moles of liquid formed in stages 1, 2, ... of stage separator process
P	pressure
ΔP	pressure change
Δpressure	$P_{b \text{ corr}} - P_{b \text{ field}}$, Equation 11-8
P_b	bubble-point pressure
$P_{b \text{ corr}}$	bubble-point pressure obtained from correlation
$P_{b \text{ field}}$	bubble-point pressure obtained from production data
P_c	critical pressure
P_{cj}	critical pressure of component j
P_d	dew-point pressure
P_j	partial pressure of component j in gas mixture, defined in Chapter 3
P_K	convergence pressure
P_{pc}	pseudocritical pressure, defined by Equation 3-42
P'_{pc}	pseudocritical pressure adjusted for nonhydrocarbon components, see Equation 3-45
P_{pr}	pseudoreduced pressure, defined by Equation 3-43
P_r	reduced pressure, defined by Equation 3-41
P_{rj}	reduced pressure of component j
P_R	reservoir pressure
P_{sc}	pressure, standard conditions, see Table 6-1
P_{SP}	separator pressure
$P_{SP1}, P_{SP2}, \dots$	pressure of stages 1, 2, ... of stage separation process

P_v	vapor pressure
P_{vj}	vapor pressure of component j
P_{vr}	reduced vapor pressure, P_v/P_c
P	parachor in interfacial tension equations
P_j	parachor for component j
r	electrical resistance
R	producing gas-oil ratio
R	universal gas constant
R_s	solution gas-oil ratio (gas solubility in oil) defined by Equation 8-5
R_{sb}	solution gas-oil ratio at bubble point
R_{sD}	see Table 10-3
R_{sDb}	see Table 10-3
R_{sSb}	see Table 10-3
R_{sw}	solution gas-water ratio (gas solubility in water)
R_w	water resistivity, defined by Equation 16-5
R_{SP}	separator producing gas-oil ratio
$R_{SP1}, R_{SP2}, \dots$	producing gas-oil ratio from stages 1, 2, ... of stage separation process
R_{ST}	stock-tank producing gas-oil ratio
S	salinity of brine
T	temperature
ΔT	temperature change
T_B	temperature at normal boiling point
T_{Bj}	temperature at normal boiling point of component j
T_c	critical temperature
T_{cj}	critical temperature of component j
ΔT_h	reduction in hydrate-forming temperature

T_{pc}	pseudocritical temperature, defined by Equation 3-42
T'_{pc}	pseudocritical temperature adjusted for nonhydrocarbon components, see Equation 3-44
T_{pr}	pseudoreduced temperature, defined by Equation 3-43
T_r	reduced temperature, defined by Equation 3-41
T_{rj}	reduced temperature of component j
T_R	reservoir temperature
T_{sc}	temperature, standard conditions
T_{SP}	separator temperature
$T_{SP1}, T_{SP2}, \dots$	temperature of stages 1, 2, ... of stage separation process
v	molecular velocity
v	specific volume
V	volume
V_b	volume of liquid at the bubble point
VEQ	equivalent gas volume of stock-tank liquid, a parameter in reservoir gas specific gravity equation, defined by Equation 7-10
V_j	partial volume of component j , defined in Chapter 3
V_M	molar volume, i.e., volume of one mole
V_{Mc}	molar volume at the critical point
V_{Mg}	gas molar volume
V_{ML}	liquid molar volume
V_0	liquid volume
V_R	gas volume, calculated at reservoir conditions
V_{sc}	gas volume calculated at standard conditions
V_t	total volume

$$\left(\frac{V_t}{V_b} \right)_F$$

see Table 10-3

V_w

water volume

ΔV_{wp}

change in water volume during pressure reduction in B_w equation, Equation 16-1

ΔV_{wT}

change in water volume during temperature reduction in B_w equation, Equation 16-1

W_{C1}

lb methane/lb mole mix (mole fraction times molecular weight of component)

W_{C2}

lb ethane/lb mole mix (mole fraction times molecular weight of component)

W_{CO2}

lb carbon dioxide/lb mole mix (mole fraction times molecular weight of component)

W_{H2S}

lb hydrogen sulfide/lb mole mix (mole fraction times molecular weight of component)

w_{mix}

lb mix/lb mole mix (molecular weight of total mixture)

w_{N2}

lb nitrogen/lb mole mix (mole fraction times molecular weight of component)

w_j

weight fraction of component j

W

solids content, Equation B-76

W

weight percent solute, Equation B-89

W_1

weight fraction of methane in mixture, defined by Equation 11-1, used as percent in Figure 11-6

W_2

weight fraction of ethane in ethane and heavier, defined by Equation 11-2, used as percent in Figure 11-6

x_i

mole fraction of component j in liquid

x_{ji}

mole fraction of component j in liquid at initial conditions

x_{jf}

mole fraction of component j in liquid at final conditions

y_j

mole fraction of component j in gas

Y	condensate volume
z	compressibility factor ($z=pV/nRT$), defined by Equation 3-40
z_c	compressibility factor at critical point
z_g	compressibility factor of gas ($Z_g = pV_{Mg}/RT$)
z_j	mole fraction of component j in total mixture
z_L	compressibility factor of liquid ($Z_L = pV_{ML}/RT$)
z_{sc}	gas compressibility factor at standard conditions
Greek	temperature-dependent coefficient in Soave-Redlich-Kwong and Peng-Robinson equations of state
α	
α_j	temperature-dependent coefficient for component j
B	coefficient of isobaric thermal expansion, defined by Equation 8-25
γ_{C7+}	specific gravity of heptanes-plus fraction, defined as 1 for liquid
γ_g	gas specific gravity, defined by Equation 3-36
γ_{gR}	reservoir gas specific gravity
γ_{gSP}	separator gas specific gravity
γ_{gSP1}	first-stage separator gas specific gravity
γ_{gSP2}	second-stage separator gas specific gravity
γ_{gST}	stock-tank gas specific gravity
γ_O	liquid specific gravity, defined by Equation 8-1
γ_{Oj}	specific gravity of component j of a liquid
γ_{STO}	stock-tank oil specific gravity
γ_w	water (brine) specific gravity, defined in Chapter 16
δ_{ij}	binary interaction coefficient in Soave-Redlich-Kwong and Peng-Robinson equations of state

Δ	indicates difference
ε	pseudocritical temperature adjustment factor for nonhydrocarbon components, Equations 3-44 and 3-45
ε_j	error function of component j, Chapter 15
ε_j	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-7
ε_K	factor in Stewart-Burkhardt-Voo equation, defined by Equation B-8
μ	dynamic viscosity
μ_g	gas viscosity (dynamic)
μ_{gi}	gas viscosity of component j
μ_{gl}	gas viscosity (dynamic) at atmospheric pressure
μ_o	oil viscosity (dynamic)
μ_{ob}	oil viscosity (dynamic) at bubble-point pressure
μ_{oD}	oil viscosity (dynamic) at atmospheric pressure (dead oil)
μ_w	water viscosity (dynamic)
μ_{wl}	water viscosity (dynamic) at atmospheric pressure
ν	kinematic viscosity, defined by Equation 6-15
ρ_a	apparent liquid density of solution gas
$\rho_{a,C1}$	apparent liquid density of methane
$\rho_{a,C2}$	apparent liquid density of ethane
ρ_{bs}	liquid density at reservoir pressure and 60°F
ρ_{C3+}	density of propane and heavier part of mixture
ρ_g	density of gas
ρ_{gc}	density of gas at its critical point

$\Delta\rho_{\text{H}_2\text{S}}$	adjustment to liquid density due to hydrogen sulfide content
ρ_L	density of liquid in equilibrium with gas
ρ_o	density of liquid
$\rho_{o,j}$	density of component j as a liquid at standard conditions
ρ_{ob}	density of liquid at bubble-point conditions
ρ_{oR}	density of reservoir liquid at reservoir conditions
$\Delta\rho_b$	adjustment to liquid density due to pressure
ρ_{po}	density of pseudo liquid
ρ_{pr}	pseudoreduced gas density, defined by Equation B-18, B-II
ρ_{STO}	density of stock-tank liquid at standard conditions
$\Delta\rho_T$	adjustment to liquid density due to temperature
ρ_w	density of water (lb/ft ³)
σ	interfacial tension
σ_{gw}	gas-water interfacial tension
ϕ_j	fugacity coefficient of component j, defined by Equation 15-21
ϕ_{gj}	fugacity coefficient of component j in gas
ϕ_{Lj}	fugacity coefficient of component j in liquid
ω	acentric factor
ω_j	acentric factor of component j
Ω_a	constant in equation of state, 0.45724 in PengRobinson equation, 0.42747 in Soave-RedlichKwong
Ω_b	constant in equation of state, 0.07780 in PengRobinson equation, 0.08664 in Soave-RedlichKwong equation

<i>Subscripts</i>	apparent, also used with Ω_a , to indicate constant
a	in a_c equation
Actual	actual (as in real gas)
Air	air
A, B, C	different chemical species, different components of a mixture
A	argon
b	bubble point, also used with Ω_b to indicate constant in b equation
B	boiling point
c	critical, also used with L_c to represent combustion
corr	value of property obtained from correlation
C1, C2, C3, ...	methane, ethane, propane, ...
C3+	property of propane-plus fraction of the petroleum mixture
C7+	property of the heptanes-plus fraction of the petroleum mixture
CO2	carbon dioxide
C+	property of the plus fraction of the petroleum mixture
d	dew point
dry	dry, with L_c to indicate no water vapor prior to combustion
D	property measured in a differential vaporization (see Table 10-3) also used for dead oil
f	final value or final conditions
Field	value of property obtained from production history
F	property measured in a flash vaporization, see Table 10-3
g	gas

gl	gas at atmospheric pressure
H ₂ S	hydrogen sulfide
i	initial value or initial conditions or different components of a mixture
ideal	property of an ideal gas or ideal gas mixture
ij	i and j represent different components of a mixture
ijk	i, j, and k represent different components of a mixture
j	different components of a mixture
jf	j represents different components of a mixture, f represents final value or final conditions
ji	j represents different components of a mixture, i represents initial value or initial conditions
L	liquid, usually in the context of liquid in equilibrium with a gas
mix	total mixture
M	molar
N ₂	nitrogen
o	oil or organic
O ₂	oxygen
p	pressure (in the context of constant pressure in Cp) or pressure dependent
pc	pseudocritical
po	pseudoliquid
pr	pseudoreduced
r	reduced
R	reservoir (used only when necessary to distinguish between quantities in same calculation, such as p_{STO} and p_{STO})
s	solution (gas in oil)

sc	standard conditions
sw	solution (gas in water)
S	property measured in a separator test, see Table 10-3
SP	separator
SP1	first-stage separator
SP2	second-stage separator
ST	stock tank
STO	stock-tank oil (used only when necessary to distinguish between quantities in same calculation, such as ρ_{OR} and ρ_{STO})
t	total or two phase
T	temperature or temperature dependent
v	used in p_v to indicate vapor pressure and L_v to indicate vaporization
w	water (oilfield brine)
wet	wet, with L_c to indicate saturated with water vapor prior to combustion
wg	wet gas
1, 2, 3, ...	intended primarily to indicate different conditions of pressure and temperature, also used to indicate stages of separation
<i>Super</i>	calculated value
C	
T	trial value
<i>Abbreviations</i>	
A	angstrom unit (10^{-8} cm)
AGP	additional gas produced, a parameter in reservoir-gas specific gravity equation
°API	degree (American Petroleum Institute)

atm	atmosphere
bbl	barrel
bbl/d	barrels per day
BTU	British thermal unit
cc	cubic centimeter
cm	centimeter
cp	centipoise
cu	cubic
cu ft	cubic foot
cu ft/d	cubic feet per day
cu ft/lb	cubic feet per pound
cu ft res gas	cubic feet of reservoir gas reported at reservoir conditions
cu ft STO	cubic feet of stock-tank liquid reported at standard conditions
cu m	cubic meter
C	indicates critical point on diagram
C1, C2,...	methane, ethane, ... subscript indicates number of carbon atoms
C2+	ethane and heavier fraction of mixture
C3+	propane and heavier fraction of mixture
C7+	heptanes and heavier fraction of mixture
d	day
diff. sep	differential vaporization
eq wt	equivalent weight
ft	foot
ft-lb	foot-pound
°F	degrees Fahrenheit
g	gram

g/cc	grams per cubic centimeter
gal	gallons
g mole	gram mole
gr	grain
GOR	gas-oil ratio
GPM	gallons per Mscf
hp-hr	horsepower hour
Hg	mercury
in	inch
in Hg	inches of mercury
kg/sq cm	kilograms per square centimeter
K mole	kilogram mole
k Pa	kilo pascal
K	Kelvins
KW-hr	kilowatt hour
l	liter
lb	pound
lb/cu ft	pounds per cubic foot
lb/gal	pounds per gallon
lb mole	pound mole
lb/sq in	pounds per square inch
lb/sq ft	pounds per square foot
lim	limit
liq	liquid
ln	natural logarithm (base e)
log	common logarithm (base 10)
m	meter
meg	milliequivalent weight

mg	milligram
Microsip	$\text{psi}^{-1} \times 10^6$
ml	milliliter
mm	millimeter
mm Hg	millimeters of mercury
mol wt	molecular weight
MMscf	million standard cubic feet
MMSTB	million stock-tank barrels
Mscf	thousand standard cubic feet
Mscf/d	thousand standard cubic feet per day
MSTB	thousand stock-tank barrels
MSTB/d	thousand stock-tank barrels per day
oz/sq in	ounce per square inch
ppm	parts per million
psi	pounds per square inch
psia	pounds per square inch absolute
psig	pounds per square inch gauge
res	reservoir
res cu ft	cubic feet of reservoir gas reported at reservoir conditions
res bbl	barrels of reservoir liquid or gas (or both) reported at reservoir conditions
$^{\circ}\text{R}$	degrees Rankin
scf	standard cubic feet, volume of gas reported at standard conditions
scf/STB	standard cubic feet of gas per barrel of stock-tank liquid
sec	second
Sip	Psi^{-1}
sp. gr.	specific gravity

sq	square
sq cm	square centimeter
sq ft	square foot
sq in	square inch
SP	separator
SP bbl	barrels of separator liquid
ST	stock tank
STB	barrels of stock-tank oil (stock-tank barrel) reported at standard conditions, also used for barrels of water at standard conditions
STB/d	stock-tank barrels per day
STO	stock-tank oil
vs	versus
VEQ	equivalent gas volume of stock-tank liquid, a parameter in reservoir-gas specific gravity equations
wt	weight

www.ketab.ir