

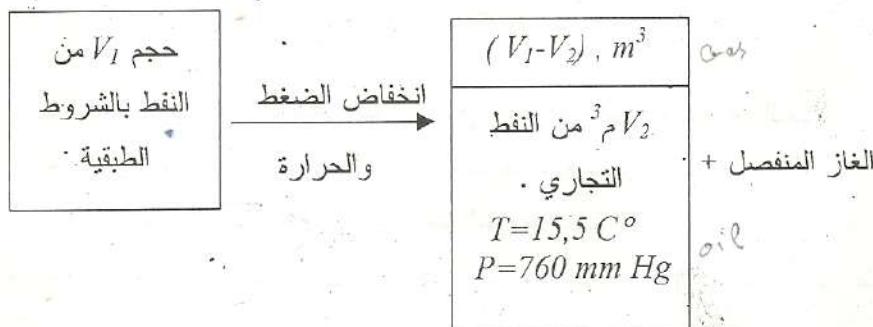
$$\text{صغيراً وتراروح قيمته من } \frac{I}{at} \times 10^{-5} \text{ (4-7)}$$

أما النفط الذي يحتوى على كمية كبيرة من الغاز المذاب فمعامل انصهاطه سيكون كبيراً حيث أن قيمته قد تصل إلى $\frac{I}{at} \times 10^{-5} = 140$.

٦ - معامل الحجم الطلقى للنفط :

إذا خفض الضغط على العينة الطبقية من النفط تحت ضغط الإشباع فإن الغاز سينفصل عن النفط وعلى أثره سيل حجمه . إن تقلص حجم النفط بعد انفصال الغاز عنه من الممكن نسبه إلى حجم النفط الأولى أو بالأحرى الحجم النسبي .

نفرض لدينا V_1 حجم السائل عند الشروط الطبقية من الحرارة والضغط (انظر الشكل رقم ٩) . عندما استخرجت هذه الكمية من النفط ووضعت في الخزانات السطحية قل حجمها إلى V_2 . لتعيين التغير الذي حدث على حجم السائل المذكور يمكننا استعمال المعادلات الأربع التالية :



شكل رقم (٩) العلاقة بين حجم النفط بالشروط الطبقية وحجم النفط بالشروط العادية

1 - تقلص الحجم النسبي النهائي للنفط :

$$Sh_2 = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \quad (11-1)$$

2 - تقلص الحجم النسبي البدائي للنفط :

$$Sh_1 = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \quad (12-1)$$

3 - معامل الحجم الطبقي للنفط : ويساوي

$$B = \frac{V_1}{V_2} \quad (13-1)$$

4 - معامل التقلص :

$$E = \frac{V_2}{V_1} \quad (14-1)$$

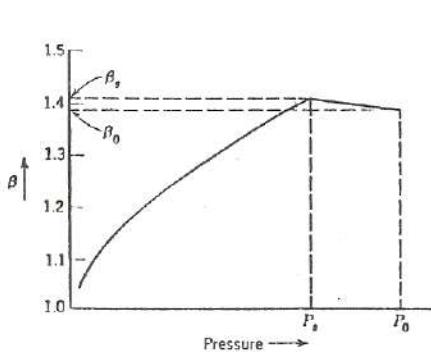
ترتبط المعادلات السابقة مع بعضها بالشكل التالي :

$$E = 1 - Sh_1 \quad , \quad B = 1 + Sh_2 = \frac{1}{E} = \frac{1}{1 - Sh_1}$$

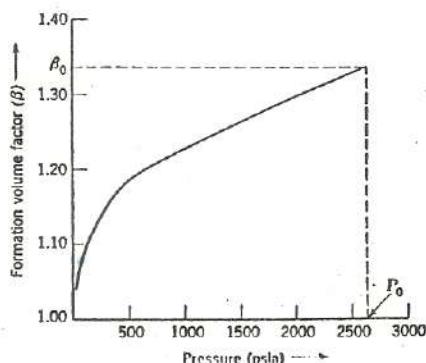
يستخدم معامل الحجم الطبقي للنفط B في الحسابات الحقلية لتبيان التغيرات التي تطرأ على حجم السائل الطبقي بانخفاض الضغط ويعين باستخدام المعادلة $(1-13)$ ويمثل الحجم بالمتر المكعب عند الشروط الطبقية من الضغط والحرارة الذي يشغله $1 m^3$ من النفط التجاري زائد كمية الغاز المنحلة بالنفط عند الشروط المذكورة .

الشكل رقم (10) يوضح تغير معامل الحجم الطبقي للنفط B بالعلاقة مع الضغط لنفط متبوع (الضغط الطبقي يساوي ضغط الإشباع) . بانخفاض الضغط عن القيمة P_0 فإن الغاز سيبدأ بالانفصال عن النفط وبالتالي ستبدأ قيمة B بالانخفاض

عندما ينخفض الضغط إلى الضغط الجوي ، عندئذ قيمة B ستقرب من الواحد (1) عند الحرارة 15,5 درجة مئوية .



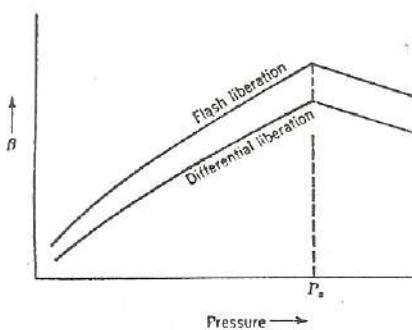
شكل رقم (11) معامل الحجم الطبقي للنفط بالعلاقة مع الضغط للنفط غير المشبع



شكل رقم (10) معامل الحجم الطبقي للنفط مع الضغط للنفط المشبع

الشكل رقم (11) يوضح معامل الحجم الطبقي للنفط بالعلاقة مع الضغط لنفط غير مشبع (الضغط الطبقي أكبر من ضغط الإشباع) . لدى انخفاض الضغط عن الضغط الطبقي والذي يساوي P_0 فإن حجم السائل سيزداد نتيجة للتتمدد ومنه فإن قيمة B ستزداد وستستمر بالزيادة حتى نصل إلى ضغط الإشباع . في النقطة P_s فإن قيمة B ستكون أعظمية (انظر الشكل رقم 11) والموضحة بالرمز B_s . أما إذا تابعنا تخفيض الضغط عن ضغط الإشباع فسيبدأ الغاز بالانفصال عن النفط وسيؤدي ذلك إلى نقصان معامل الحجم الطبقي للنفط B ، حيث أن وضعية القسم الذي يبين هبوط B بانخفاض الضغط عن ضغط الإشباع للنفط غير المشبع شكل رقم (11) تشبه نفس الوضعية للنفط المشبع شكل رقم (10) .

كنا قد وضحنا سابقاً أن معامل ذوبان الغاز يتعلق بطريقة فصل الغاز عن النفط ، كذلك من الشكل رقم (12) يتبيّن أن معامل الحجم الطبقي للنفط يتعلق أيضاً بنوعية



شكل رقم (12) معامل الحجم الطبقي للنفط بالعلاقة مع الضغط

طريقة فصل الغاز عن النفط .

بما أنه يتحرر عند الطريقة التفاضلية غاز أكثر ، لذا فإن الحجم المتبقى من النفط سيقى قليلاً وبالتالي فإن معامل الحجم التفاضل سيكون أقل من معامل الحجم التماسى .

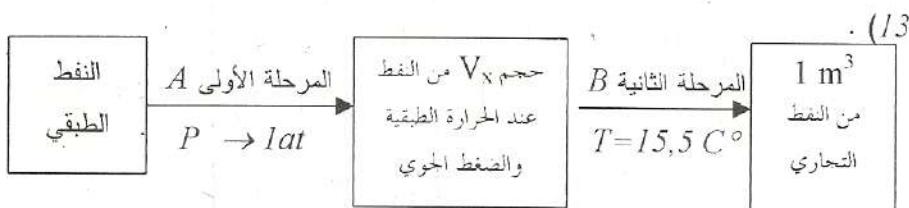
تعين قيمة B في أغلب الأحيان بالطرق المخبرية بالعلاقة مع الضغط ، حيث تجرى هذه القياسات على عينات باطنية أخذت بالشروط الطبقية . أو إذا لم يكن بالإمكان قياس B فهناك طرق حسابية وهي كالتالي :

الطريقة الأولى :

لتتعيين معامل الحجم الطبقي للنفط B يجب أن تتوفر لدينا المعطيات التالية : الوزن النوعي للنفط التجاري وكذلك درجة حرارة الطبقة والضغط الطبقي .

لنفترض أن تغير حجم النفط من الشروط الطبقية إلى الشروط الطبيعية يمر بمراحلتين . في المرحلة الأولى A يخضع الضغط من الضغط الطبقي وإلى الضغط الجوي لدى ثبات درجة الحرارة ، أما في المرحلة الثانية B فتخفض درجة الحرارة

من الحرارة الطبيعية وإلى 15,5 درجة مئوية عند الضغط الجوي (انظر الشكل رقم



شكل رقم (13) التغير المرحلي لحجم النفط

في المرحلة الثانية B فإن معامل التقلص للفط الطبيعي سيكون :

$$Sh_B = \frac{V_x - I}{I} \Rightarrow V_x = I + Sh_B \quad (15-1)$$

في المرحلة الأولى A فإن معامل التقلص للفط الطبيعي سيكون :

$$B = \frac{V_x}{I} \Rightarrow Sh_A = \frac{B - V_x}{V_x} \quad (16-1)$$

بتقسيم قيمة V_x من المعادلة (15-1) في المعادلة (16-1) نحصل

على :

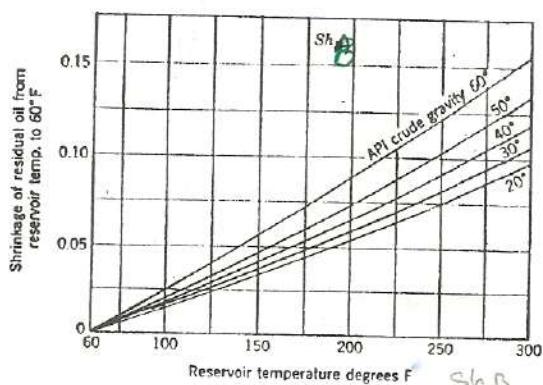
$$B = (I + Sh_A)(I + Sh_B) \quad (17-1)$$

ومنه ولدي معرفة Sh_B و Sh_A يمكننا حساب B .

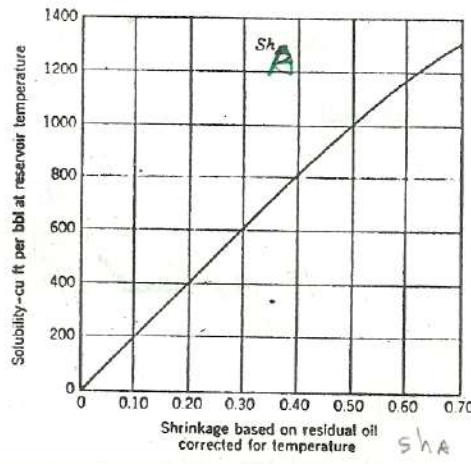
تعين قيمة Sh_A بواسطة كمية الغاز المنفصل عن النفط.

الشكل رقم (14) يوضح قيم Sh_A كتابع لكمية ذوبان الغاز بالنفط.

الشكل رقم (15) يوضح قيم Sh_B بالعلاقة مع درجة الحرارة الطبيعية لأنواع من النفط ذات الأوزان النوعية المختلفة.



شكل رقم (14) قيم Sh_A بالعلاقة مع كمية ذوبان الغاز



شكل رقم (15) قيم Sh_B بالعلاقة مع درجة الحرارة الطبقية والوزن النوعي

مثال :

عين القيمة التقريبية B للنفط ذي الوزن النوعي 30 API درجة حرارة الطبقية

. 2500 Psia والضغط $150 \text{ }^{\circ}\text{F}$

الحل :

من الشكل رقم (7) يتبيّن أنّه للنفط ذي الوزن النوعي $30 API$ وعند الضغط $2500 Psia$ ، كمية الغاز المنحل تساوي $\frac{S.C.F}{S.T.B} 600$ من النفط التجاري ومنه فإن Sh_4 من الشكل رقم (15) ستساوي $0,29$ ومن الشكل رقم (13) فإن Sh_B عن درجة الحرارة الطبقية $^{\circ}F 150$ للنفط ذي الوزن النوعي $30 API$ تساوي $0,036$ ومنه باستخدام المعادلة $(4 - 17)$ يمكن حساب معامل الحجم الظبي للنفط :

$$B = (1 + 0,29) (1 + 0,036) = 1,34$$

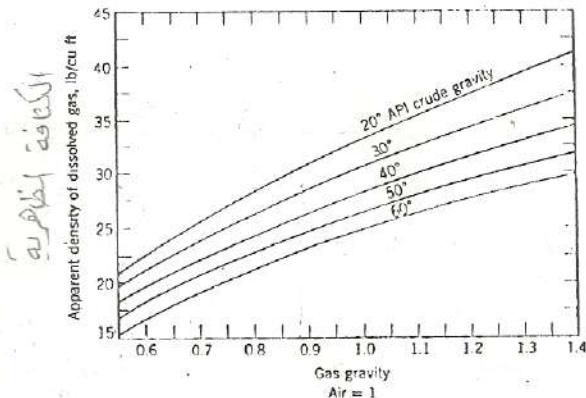
لدى تعبيّن معامل الحجم الظبي للنفط باستخدام هذه الطريقة التقريرية فإن الخطأ النسبي هو بحدود 15% .

الطريقة الثانية :

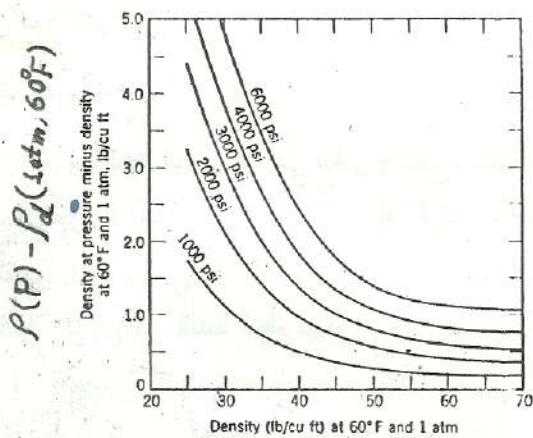
إذا كان معروفاً لدينا الوزن النوعي للغاز والنفط ، كمية ذوبان الغاز ، الضغط الظبي ودرجة الحرارة الطبقية ، يمكننا حساب القيمة التقريرية لمعامل الحجم الظبي للنفط بخطأ نسبي يقدر بحوالي 5% . يعتمد استعمال هذه الطريقة على الفرضية التالية : إن الغاز المذاب في النفط الخام سيكون له كثافة ظاهرية كتابع للوزن النوعي للغاز والنفط .

الشكل رقم (16) يوضح قيم الكثافة الظاهرية للغاز المذاب في النفط الخام بالعلاقة مع الوزن النوعي للغاز والنفط عند الشروط الطبيعية من الضغط والحرارة . بمعرفة درجة ذوبان الغاز وزنه النوعي يمكننا حساب وزن الغاز المذاب في 1 برميل من النفط التجاري .

بعد معرفة هذا الوزن والكثافة الظاهرية للغاز ، يتم حساب الزيادة التي تحدث على حجم النفط التجاري ، ومن ثم يحسب الوزن الكلي للنفط والغاز الذي يقسم على



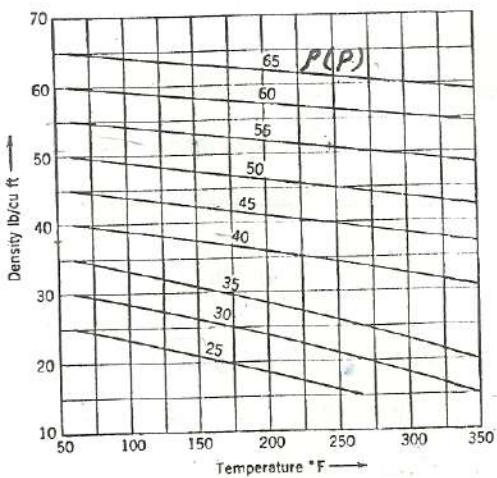
شكل رقم (16) الكثافة الظاهرية للغاز المذاب بالنفط ذي الأوزان النوعية المختلفة
(الوزن النوعي للهواء اعتبر مساوياً الواحد)



شكل رقم (17) القيم التصحيحية لكتافة الغاز بالعلاقة مع الضغط

مجموع أوزان النفط التجاري والغاز ، وبالتالي الحصول على كثافة النظام عند الشروط الطبيعية . تعاد هذه الكثافة إلى الشروط الطبقية وذلك باستخدام المنحنيات الموضحة بالشكليين (18 - 17) . بعد ذلك ويتقسم الوزن والنفط والغاز على الكثافة المذكورة يتم الحصول على الحجم بالشروط الطبيعية بالقدم المكعب لبرميل واحد من

$$\begin{aligned}
 & \text{الخطوات :} \\
 & 1) \text{ ابسط خواص الغاز } \Rightarrow \text{الوزن النوعي للغاز } \times 29 \\
 & 2) \text{ بعد ذلك سلسلة من منحنيات ما يسمى بـ "منحنى وزن الغاز" } \\
 & \quad \text{طريق رادسون} \quad 26 \\
 & \quad \text{حسب هيدروليكي داميل } = 379 \text{ (SCF)} \quad (3) \\
 & \text{ للنفط والغاز : (حسب (17))} \\
 & 4) \text{ وزن الغاز حسب سلسلة من منحنيات فريمان } = \frac{\text{الوزن النوعي للغاز}}{\text{النفط والغاز}}
 \end{aligned}$$



شكل رقم (١٨) تغير كثافة النفط بالعلاقة مع الحرارة . تمثل الأرقام الموجودة فوق المنحنيات كثافة النفط بالرطل / بوصة مكعب عند درجة الحرارة المساوية 60°F .

النفط التجاري ، حيث تمثل نسبة هذين الحجمين قيمة B .

مثال :

عين القيمة التقريبية للمعامل الطبقي لحجم النفط عند الضغط 1000 Psia ودرجة الحرارة 150°F للنفط التجاري ذي الوزن النوعي 30 API . كمية الغاز المذاب عند هذه القيم من الضغط والحرارة تساوي 225 S.C.F غاز ذو الوزن النوعي $0,65$ في برميل واحد من النفط التجاري .

$$1 \text{ g/cm}^3 = 62,5 \text{ lb/ft}^3$$

الوزن الجزيئي للغاز يساوي :

$$1 \text{ bbl} = 5,62 \text{ ft}^3$$

$$29 \cdot 0,65 = 18,85$$

واحد رطل مول من الغاز يشغل حجماً يساوي 379 S.C.F وبالتالي فإن عدد المولات من الغاز المذاب في برميل واحد من النفط التجاري يساوي :

$$(0) \text{ لهم مول} = 0,876$$

$$(7) \text{ لهم مول الغاز عند } 150^{\circ}\text{F} = (\text{الوزن الجزيئي للغاز} \times \text{حجم الماء التجاري} + \text{لهم مول الغاز} \times \text{عدد مولات})$$

27

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(8) \text{ لهم مول الغاز عند } 150^{\circ}\text{F} = \frac{\text{حجم الماء التجاري}}{\text{الضغط المطلق}} \cdot \text{الضغط المطلق عند } 150^{\circ}\text{F}$$

$$\frac{225}{379} = 0,594$$

من الشكل رقم (16) فإن الكثافة الظاهرية للغاز ذي الكثافة النسبية 0,65 في النفط ذي الوزن النوعي المساوي 30 API تساوي 22,5 رطل / قدم³ وبالتالي فزيادة حجم النفط الناتجة عن ذوبان الغاز تعطى بالعلاقة التالية :

$$\frac{18,85 \cdot 0,594}{22,5} = 0,497 \text{ cu.ft / bbl}$$

إن كثافة النفط التجاري زائد الغاز المذاب عند الشروط النظامية تساوي وزن النفط والغاز مقسوم على الحجم الكلي ، علماً أن الوزن النوعي للنفط والمتساوي 30 API تكافئ الوزن النوعي المتساوي 0,876 . تعطى كثافة النفط والغاز عند الشروط الطبيعية بالعلاقة التالية :

$$\frac{0,876 \cdot 62,5 \cdot 5,62 + 18,85 \cdot 0,594}{5,62 + 0,497} = \frac{318,7}{6,12} = 52,2 \text{ lb / cu.ft}$$

تم الحصول على الكثافة المصححة إلى الشروط الطبيعية من الضغط والحرارة باستعمال المنحنيين الموضعين بالأشكال (17 - 18) وقيمتها تتساوي 50,5 رطل / قدم³ . يعطى حجم النفط عند الشروط الطبيعية بالعلاقة التالية :

$$\frac{318,7}{50,5} = 6,32 \text{ cu.ft / bbl} \quad 1,71$$

أما المعامل الظبقي لحجم النفط فيعطي بالعلاقة التالية :

$$B = \frac{6,32}{5,62} = 1,12$$

الطريقة الثالثة :

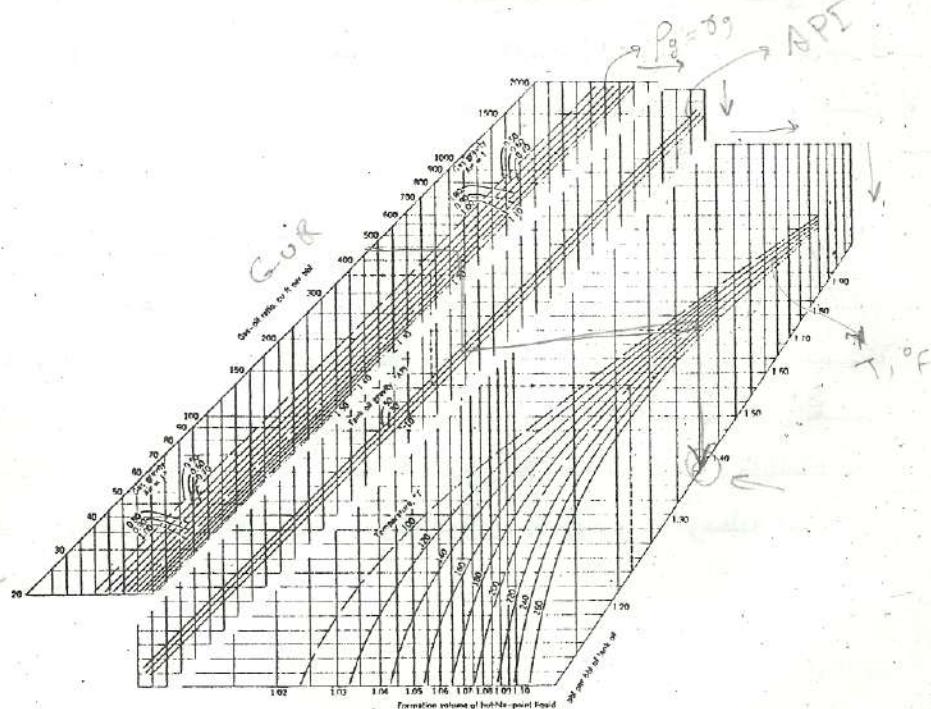
وضع هذه الطريقة ستيندينغ (Standing) وتعتبر من أسهل الطرق المستخدمة لحساب المعامل الظبقي لحجم النفط . للحساب بهذه الطريقة ، علينا معرفة

~~المعطيات التالية :~~

كمية الغاز المذاب ، الوزن النوعي للغاز والنفط ودرجة الحرارة الطبقية .

وضعت هذه الطريقة على أساس المعلومات المخبرية والتحاليل التي أجريت على 22 عينة من المزيج الغازي والنفطي المأخوذة من حقول مختلفة في كاليفورنيا ووضع المنحني الموضح بالشكل رقم (19) الذي يستخدم لحساب المعامل الطبقي لحجم النفط بيانياً . كما تم التوصل إلى أن الخطأ النسبي الوسطي بين النتائج

المخبرية ونتائج الحساب بهذه الطريقة يساوي $1,2\%$



مثال :

عين المعامل الظبي لحجم النفط عند درجة الحرارة $^{\circ}F 200$ للنفط ذي الوزن النوعي $30 API$ والذي يحتوي على $S.C.F 350$ من الغاز ذي الوزن النوعي $0,75$ في برميل واحد من النفط التجاري .

الحل :

نأخذ في الطرف اليساري من الشكل رقم (19) قيمة كمية ذوبان الغاز بالنفط والمساوية $350 \text{ قدم}^3 / \text{برميل}$ ، ثم نتجه أفقياً بمستقيم منقط حتى يقطع الوزن النوعي للغاز ذي القيمة $0,75$ ومن ثم عمودياً حتى يتقاطع مع القيمة $30 API$ التي تمثل الوزن النوعي للنفط ومن ثم أفقياً حتى يتقاطع مع القيمة $^{\circ}F 200$ والتي تمثل درجة الحرارة الظبية ، بعدها نتجه عمودياً حتى يتقاطع مع القيمة المطلوبة والتي تمثل المعامل الظبي لحجم النفط وتساوي $B = 1,22$.

1 - 7 - لزوجة الغاز :

اللزوجة هي من الصفات الهامة للغاز وتعين قانون حركته . لدى درجات منخفضة من الضغط وحرارة مرتفعة فإن صفات الغازات الحقيقية تقترب من صفات الغازات المثالية ، اعتماداً على النظرية الحركية للغازات. يمكننا توضيح قانون تغير لزوجة الغاز عند ضغوط وحرارة مختلفة . تتعلق اللزوجة الحركية (الديناميكية) للغاز بكثافته ρ وبالمسافة الوسطية لحركة الجزيء λ وبالسرعة الوسطية لجزيء V وتعين بالمعادلة التالية :

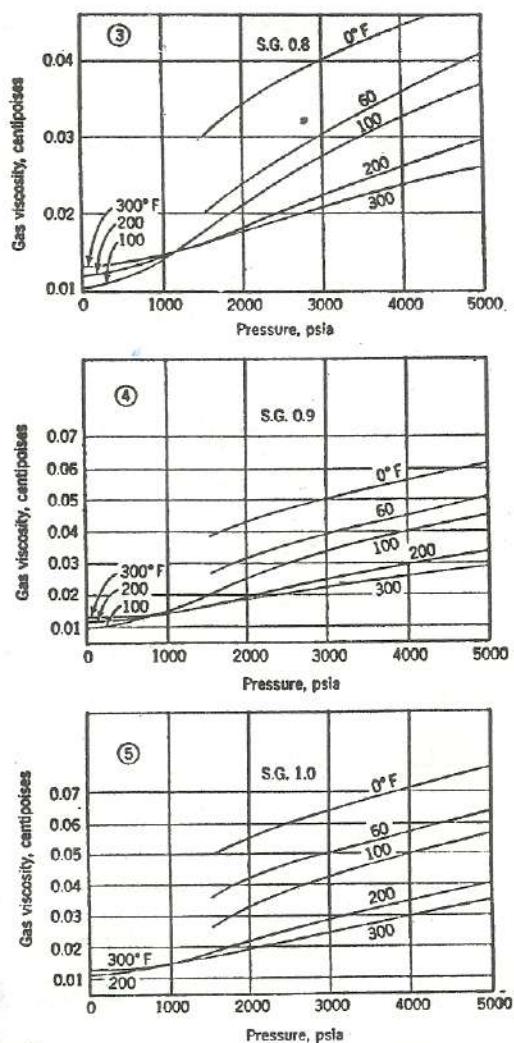
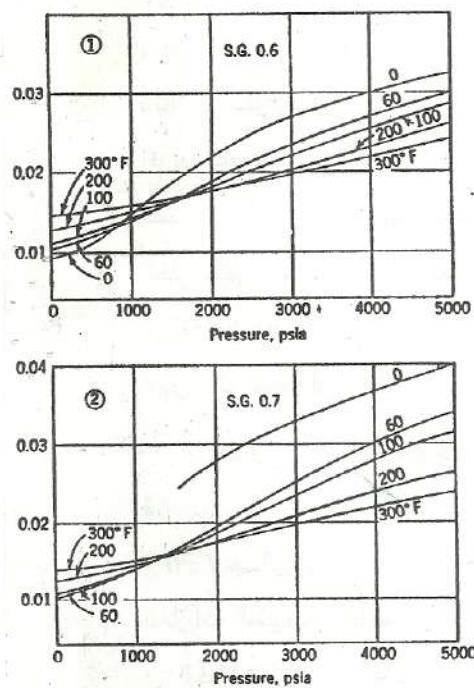
$$\mu = \frac{\rho \cdot V \cdot \lambda}{3} \quad (18-1)$$

تعين المعادلة (18) علاقة اللزوجة بالضغط والحرارة . بزيادة الضغط فإن كثافة الغاز ستزداد ولكن نقل عندها المسافة الوسطية لحركة الجزيء ، أما

السرعة فسوف لا تتغير . في النتيجة وبزيادة الضغط فإن الزوجة الحركية للغاز في البداية ستبقى تقرباً ثابتة . كذلك من المعادلة (1 - 18) نستنتج أنه بزيادة درجة الحرارة تزداد الزوجة وذلك بسبب زيادة سرعة حركة الجزيء \bar{v} بينما m و λ ستبقى ثابتة . إن صفات التغيرات التي تطرأ على لزوجة الغاز من الممكن توضيحها بالشكل التالي :

تنقل الحركة من طبقة إلى أخرى فوقها في أثناء حركة الغاز نتيجة لانتقال جزيئات الغاز من طبقة إلى الطبقة المجاورة وبهذا الشكل ونتيجة لانتقال جزيئات الغاز سيتشكل لدينا قوة تعمل على تخفيف حركة الطبقة التي انتقلت منها الجزيئات إلى زيادة سرعة الحركة في الطبقة المجاورة والتي جرى انتقال الجزيئات إليها . وهكذا فبزيادة درجة الحرارة تزداد سرعة وكمية حركة انتقال الجزيئات بوحدة الزمن وبالتالي ستزداد الزوجة ، ولهذا السبب ففي البداية فإن الزوجة سوف لا تتعلق تقريباً بالضغط القريب من الضغط الجوي وتزداد بازدياد درجة الحرارة . أما عند الضغوط المرتفعة فإن هذه الظاهرة لا تحدث حيث بزيادة درجة الحرارة فإن لزوجة الغاز ستقىل كما يحدث عند السوائل وذلك بسبب عدم تمكن الجزيئات عند الضغوط العالية من الانتقال من طبقة إلى أخرى ولهذا السبب فبزيادة الحرارة يقل ترابط هذه الجزيئات نتيجة لزيادة سرعتها وسيؤدي وبالتالي إلى نقصان لزوجة الغاز .

الشكل رقم (20) يوضح علاقة لزوجة الغاز بالضغط ، إذا لم يكن لدينا قياسات مخبرية تمثل لزوجة الغاز ، فيإمكاننا بواسطة المنحنيات الممثلة بالشكل رقم (20) حساب لزوجة الغاز ، حيث أجريت مقارنة للنتائج الحسابية للزوجة بعض الغازات الطبيعية باستعمال المنحنيات المذكورة مع لزوجتها المقاومة بالمخبر وتبين أن الخطأ النسبي لا يتعدى 6 % .



شكل رقم (20) لزوجة الغاز بالستي بواز ذو الكثافات المختلفة بالعلاقة بالضغط والحرارة

مثال :

عين لزوجة الغاز ذي الوزن النوعي 0,75 عند الضغط $Psia$ 3000 ودرجة الحرارة $^{\circ}F$ 100 .

من الشكل رقم (20) 1 و 2 نحصل على لزوجة الغاز وتساوي 0,215 سنتي بواز .

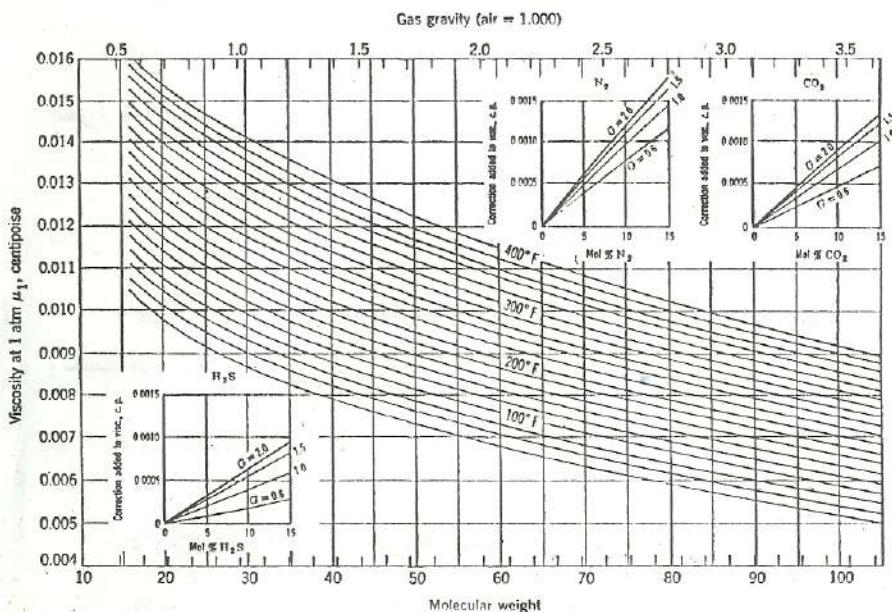
تعين لزوجة الغاز أيضاً بطريقة أخرى أدق وذلك باستخدام تركيب الغاز وتعتمد هذه الطريقة على قانون الحالة التوافقية للغازات .

لأخذ العلاقة $\frac{M}{M}$ حيث أن :

1- لزوجة الغاز عند الشروط الطبيعية من الضغط والحرارة .

2- لزوجة الغاز عند الضغط الجوي والحرارة الطبيعية .

نتيجة للأبحاث تم التوصل إلى أن هذه العلاقة تكون متساوية عند ضغوط وحرارة معينة لكل المركبات الهيدروكربونية . عدا عن ذلك تعتبر هذه العلاقة صالحة حتى للمزيج الغازي المكون من الهيدروكربونات عند قيم معينة من الضغوط والحرارة المصغرة الظاهرية المحسوبة على أساس الضغوط والحرارة الحرجة الظاهرية . لتعيين لزوجة المزيج الغازي من المفروض تعين M عند الضغط الجوي من الشكل رقم (21) والذي يبين قيم لزوجة المزيج الغازي عند الضغط الجوي كتاب للوزن الجزيئي الظاهري (أو الوزن النوعي للغاز) وللحرارة تحسب قيم الضغط والحرارة الحرجة الوسطية بالطريقة التي جرى الكلام عنها في الفصل الأول .



شكل رقم (21) لزوجة الغازات الهيدروكربونية عند الضغط 1 atm

(G) - الوزن النوعي للغاز ، الوزن النوعي للهواء اعتبار مساوياً واحداً

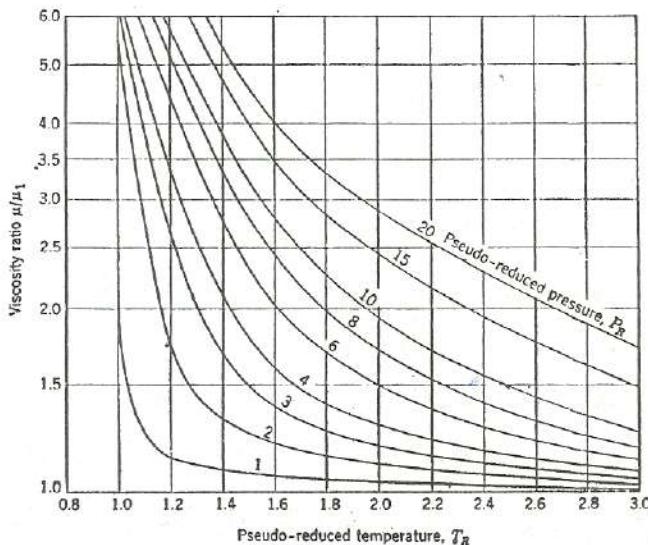
الشكل رقم (22) يوضح منحنيات الضغط المصغر الظاهري بالعلاقة مع

نسبة الزوجة $\frac{\mu}{\mu_1}$ والحرارة المصغر ظاهرية ، حيث - واعتتماداً عليها - يتم

الحصول على النسبة $\frac{\mu}{\mu_1}$ ومن ثم تحسب μ عند الشروط الطبقية .

مثال :

يتكون مزيج غازي من 3 مول من الميثان ومول واحد من الإيتان ، عين
لزوجة الغاز عند الحرارة 200°F والضغط 2730 Psia .



شكل رقم (22) نسبة اللزوجة $\frac{\mu}{\mu_1}$ بالعلاقة من قيم الضغط والحرارة المصغرة الوسطية

الحل :

الوزن الجزيئي الظاهري سيكون :

$$AMW = 0,75 \cdot 16 + 0,25 \cdot 30 = 19,5$$

قيم الضغط والحرارة الحرجة الظاهرية ستتساوى :

$$PC = 0,75 \cdot 673 + 0,25 \cdot 712 = 683 \text{ Psia}$$

$$TC = 0,75 \cdot 344 + 0,25 \cdot 549 = 395 \text{ } R^\circ$$

ومنه فإن قيم الضغط والحرارة المصغرة الظاهرية ستكون :

$$P_r = \frac{2730}{683} = 4,0$$

$$T_r = \frac{460 + 200}{395} = 1,67$$

من الشكل رقم (21) نحصل على قيمة μ والتي تساوي 0,0124 سنتي بواز ومن الشكل رقم (22) نحصل على $\frac{\mu}{\mu} = 1,5$ وبالتالي فإن الزوجة المطلوبة عند درجة الحرارة $^{\circ}F 200$ وعند الضغط $Psia 2730$ سنتساوی :

$$\mu = 0,0124 \cdot 1,5 = 0,0186 c.p$$

بما أن الطريقة المذكورة لتعيين الزوجة تعتمد على قانون الحالة التوافقية ولذلك يجب إدخال القيم التصحيحية على الزوجة عندما يحتوي المزيج الغازي على مركبات ليست من الهيدروكربونات، كما يجب أن تضاف هذه القيم إلى الزوجة فيما إذا دخل في تركيب المزيج الغازي مركبات H_2S , CO_2 , N_2

ذلك يوضح الشكل رقم (21) عدا عن المنحني الرئيسي منحنيات صغيرة تمثل القيم التصحيحية بالعلاقة مع النسب المولية للمركبات المذكورة .

إن الطريقة المذكورة لتعيين الزوجة المزيج الغازي تتطلب مبدئياً معرفة تركيب المزيج الغازي للتمكن من حساب قيم الضغط والحرارة الحرجة الظاهرة .

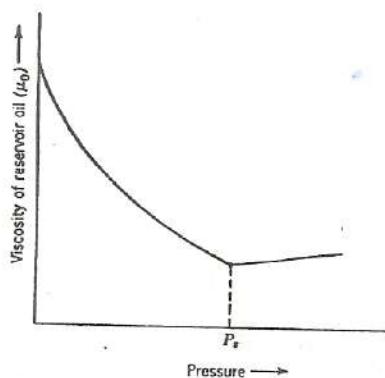
أما إذا لم تتوفر معلومات عن تركيب الغاز فإنه يجب معرفة الوزن النوعي للغاز الذي يساعدنا على حساب الضغط والحرارة الحرجة الظاهرة وذلك باستخدام المنحنيات الموضحة بالشكلين رقم (86 - 87) من الجزء الأول .

I - 8 - زوجة النفط :

تختلف زوجة النفط الطبيعي دائمًا عن زوجة النفط التجاري وذلك بسبب ذوبان كمية من الغاز فيه عند قيم مرتفعة من الضغط والحرارة . تحقق كل أنواع النفط الشروط التالية :

- تتناقص زوجة النفط بزيادة درجة الحرارة .

- 2 - تتناقص لزوجة النفط بزيادة كمية الغاز المذاب فيه .
- 3 - تزداد لزوجة النفط بازدياد الضغط بعد نقطة الإشباع وتقل بازدياد الضغط حتى نقطة الإشباع وذلك نتيجة لذوبان الغاز بالنفط (انظر الشكل رقم 23) .
- لدى ذوبان الآروت (التروجين) في النفط فإن لزوجته ستزداد . بينما في أشعة ذوبان الهيدروكربونات فإن الزوجة ستتناقص .

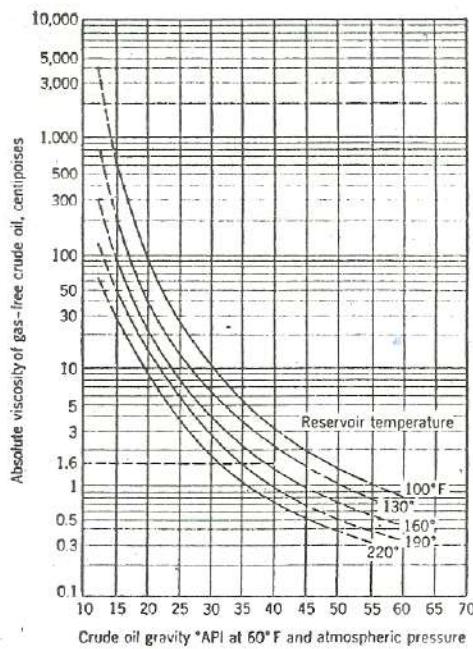


شكل رقم (23) لزوجة النفط بالعلاقة مع الضغط

تغير لزوجة النفط الطبيعي ضمن مجال واسع من عدة مئات من السنوي بواز وحتى أقل من سنتي بواز واحد .

تعين لزوجة النفط الطبيعي بواسطة أجهزة لقياس الزوجة عند ضغوط مرتفعة أو بالأحرى قياس الزوجة للعينة الطبيعية ، أما إذا لم تكن لدينا إمكانية لقياسها فإنها تعين حسابياً .

إذا كان النفط موجوداً في الطبقة تحت ضغط أقل من ضغط الإشباع فإن لزوجته تحسب بواسطة المنحنيات الموضحة بالشكل رقم (24) و (25) .



شكل رقم (24) لزوجة النفط عند الضغط 1 at

الشكل رقم (24) يوضح منحنيات اللزوجة عند الضغط الجوي لأنواع من النفط التجاري ذي الأوزان النوعية المختلفة ولدى درجات حرارة طبقية مختلفة.

يتغير تركيب النفط الكيميائي ضمن مجال واسع ولهذا السبب فحساب اللزوجة بهذه الطريقة يعطي خطأ نسبياً بالمقارنة مع القيم المخبرية قد يصل إلى 25%.

بعد الحصول على اللزوجة عند الحرارة الطبقية تصح النتيجة باستخدام العلاقة الموضحة بالشكل رقم (25) وذلك بإدخال كمية ذوبان الغاز بالنفط.

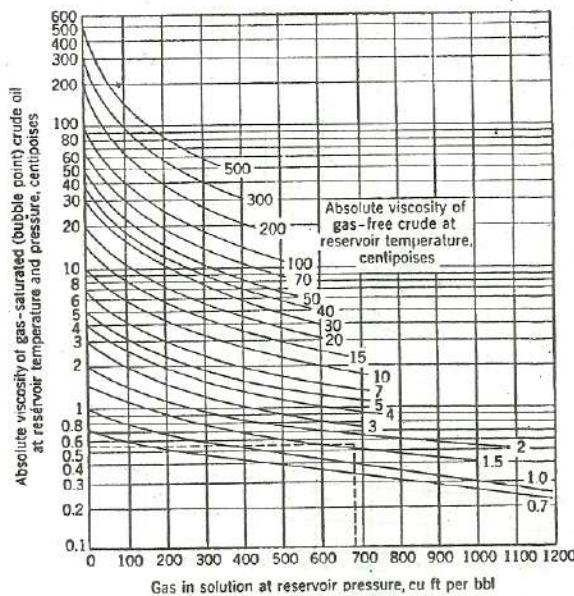
مثال :

عين لزوجة النفط ذي الوزن النوعي 40 API عند الضغط 2000 Psia

ودرجة الحرارة 150°F الذي يحتوي على 680 S.C.F من الغاز المذاب في برميل واحد من النفط التجاري .

الحل :

من الشكل رقم (24) يتبين أن لزوجة النفط التجاري ذي الوزن النوعي 40 ودرجة الحرارة 150°F والضغط الجوي تساوي 1,6 سنتي بواز . أما من الشكل رقم (25) فيتبين أن لزوجة هذا النفط وبعد الأخذ بعين الاعتبار كمية الغازات المذابة ومقدارها 680 S.C.F في برميل واحد من النفط التجاري تساوي 0,55 سنتي بواز .



شكل رقم (25) تأثير الغاز المذاب على لزوجة النفط الطبقي

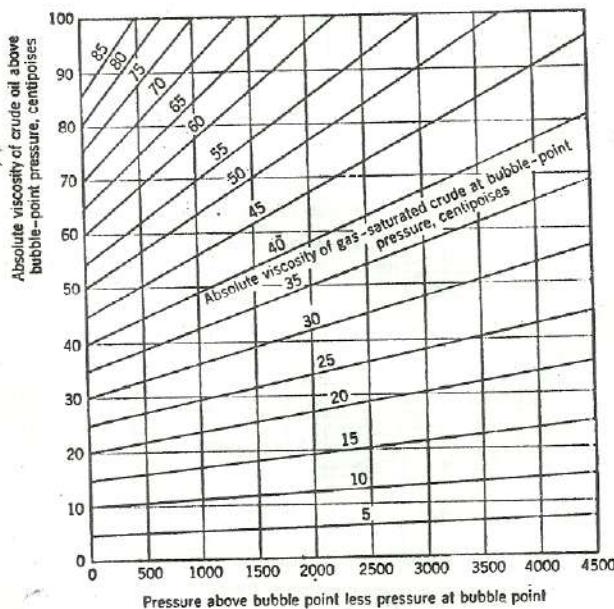
إذا كان الضغط الطبقي أكبر من ضغط الإشباع فإنه لممكناً تعين لزوجة النفط من الشكل رقم (26) الذي يمثل لزوجة النفط بالعلاقة مع الضغط الأكبر من

ضغط الإشباع ، كما يوضح اردياد لزوجة النفط بازدياد الضغط عن ضغط الإشباع وذلك بسبب انضغاط الغاز عند هذه الضغوط .

إن دقة حساب لزوجة النفط عند الضغوط الأكبر من ضغط الإشباع هي جيدة ، حيث لا يتعدى الخطأ النسبي بين النتائج الحسابية والنتائج المخبرية % 3.

مثال :

عين لزوجة النفط عند الضغط 4000 Psia حيث أن لزوجة النفط عند ضغط الإشباع ومقداره 1800 Psia تساوي 45 سنتي بواز .



شكل رقم (26) تعين لزوجة النفط عند الضغوط الأكبر من ضغط الإشباع

الحل :

من الشكل رقم (26) يتبين أن النفط الذي تكون لزوجته عند الضغط

P_s مساوية 45 سنتي بواز ، فإنها عند الضغط الذي يزيد عن ضغط الإشباع بالقيمة 2200 Psia ستتساوي 69 سنتي بواز .