

منشورات جامعة البعث

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية

عملي فيزياء الطبقه

- ٣ -

الدكتور

جورج عبد الاحد

مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية

٢٠٠٠ م - ١٤٢٠ هـ

المقدمة

تكتسب الدراسات المخزونية أهمية فائقة أسبغتها عليها ،
أهمية النفط ذاته وجعلتها تبرز كعلم أساسي وحساس من خلال البحث
الدائب والسعي الدائم لرفع مردود المكمن ، حيث لا يستمر أي حقل
بدون دراسات مكثفة ودقيقة للصفات الفيزيائية للصخور المكمنية
والمواقع الطبقية ، وعلى أساسها توضع الخطط وال تصاميم المبنية على
الأسس العلمية الصحيحة لعمليات استثمار الحقل النفطي الغازى .

من أجل استثمار المكامن النفطية استثماراً صحيحاً، يجب
اعطاء أهمية كبيرة لوضعية السوائل والغازات بالشروط الطبقية، لأنـه
وفي أغلب المكامن النفطية يكون الماء والغاز مرافقين للنفط ، بالعلاقة
بين كمية النفط والغاز وكذلك بالعلاقة مع الضغط والحرارة في المكمن
النفطي ، فـانـ الغاز يمكن أن يكون منـحلـاً بالنـفـطـ أو متـواجـداً فـيـ
الطبقة بـشـكـلـ حرـ .

وأثنـاء انـخفـاضـ الضـغـطـ فيـ المـكـمـنـ تـحـتـ ضـغـطـ الاـشـبـاعـ فـانـ قـسـماـ
منـ الغـازـ سـيـتـحـرـرـ مـنـ النـفـطـ وـيـنـتـقـلـ إـلـىـ الـحـالـةـ الـحـرـةـ ،ـ عـنـدـهاـ فـانـ تـدـفـقـ
الـسـائـلـ سـيـنـخـفـضـ مـنـ الطـبـقـةـ إـلـىـ الـبـئـرـ ،ـ حـيـثـ أـنـ النـفـوذـيـةـ النـسـبـيـةـ لـلنـفـطـ
الـمـلـوـثـ بـالـغـازـ ،ـ سـتـقـلـ وـيـنـفـسـ الـوقـتـ يـسـوـءـ عـاـمـلـ الـمـرـدـوـدـ الـنـفـطـيـ وـعـلـىـ
هـذـاـ اـلـاسـاسـ وـلـوـضـعـ الـخـطـطـ وـالـمـارـبـعـ لـلاـسـتـثـمـارـ الصـحـيـحـ لـلـمـكـامـنـ
الـنـفـطـيـةـ ،ـ فـمـنـ الـفـرـوريـ مـعـرـفـةـ الـصـفـاتـ الـفـيـزـيـائـيـةـ لـلـمـوـاـعـنـ الـطـبـقـيـةـ .

ان الصفات الفيزيائية للصخور والمواضع الطبقية ، سوف تتغير
أشتاء استثمار النفط والغاز وذلك بسبب تغير الضغط الطبيعي ، لذلك
يبقى من الضروري مراقبة هذا التغير، وذلك باجراء القياسات لهذه
الصفات بصورة مستمرة .

ولتحقيق ذلك تستخدم أجهزة الد. P.V.T لتحديد تلك الصفات
التي هي موضوع الكتاب .

تعتبر أجهزة الد. P.V.T أحدث ما توصلت اليه الشركة المصنعة
في مجال التقنية النفطية وتستمد الأجهزة اسمها من الأحرف الأولى
للفحص والحجم والحرارة باللغة الانكليزية ، حيث تشكل العوامل الثلاثة
الظروف التي يتواجد عندها النفط والغاز في الطبقة .

يعتبر هذا العمل مكملا للمواضيع النظرية المطروحة في الجزء
الثاني من الكتاب النظري لفيزياء الطبقة النفطية والغازية .

واني لأرجو ملخصا أن يحقق الغرض المرجو من وضعه ويعود بالنفع
الكبير على طلابنا الأعزاء .

كما يعتبر مرجعا علميا للمواضيع العملية يستفيد منه
الاختصاصيون في هذا المجال .

وحسبي أتنى أخلصت النية في تأليف هذا الكتاب عليه يأخذ دوره
العلمي في دفع عجلة العلم والتطور في هذا الوطن الحبيب .
الدكتور المهندس
جورج عبد الأحمد

الفصل الأول

وصف الأجهزة ومعاييرتها

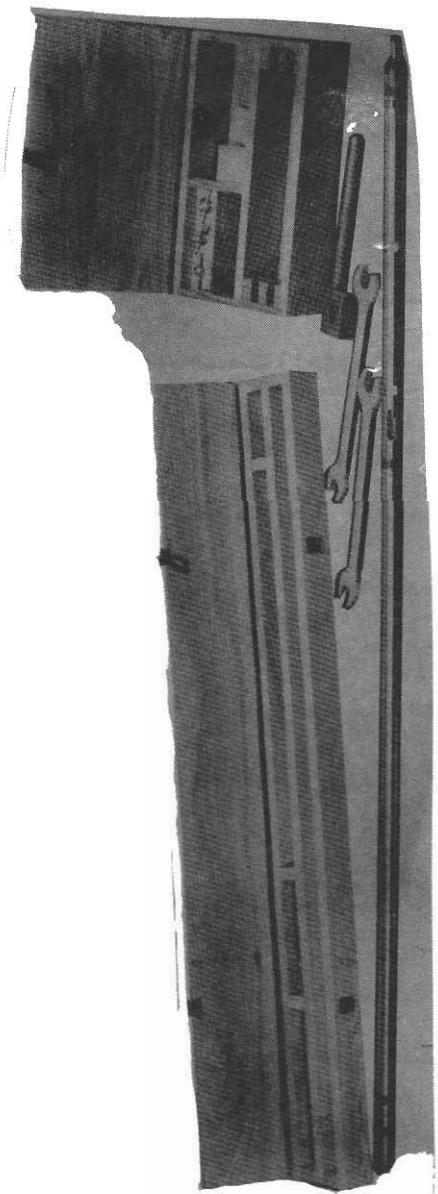
ان الغاية من وصف الأجهزة هي اعطاء صورة واضحة جلية عن الأجهزة المستخدمة في المخبر (أجهزة P.V.T) والتي تم تركيبها ومعاييرتها . وتوضيح مواصفاتها الفنية والتقنية ، وذلك من خلال شرح مفصل ترافقه الصور والرسوم التوضيحية .

أما الهدف من التعبيير فهو تعين حجم مسخة الزئبق وخليطه P.V.T والزئبق ضمنها ، عند درجات حرارة وضغوط مختلفة . كذلك من الضروري تعبيير الأنابيب ومقاييس الغاز والضغوط، لذلك تعتبر نتائج التعبيير (ثوابت التعبيير) ضرورية لحساب نتائج القياسات في أجهزة P.V.T .

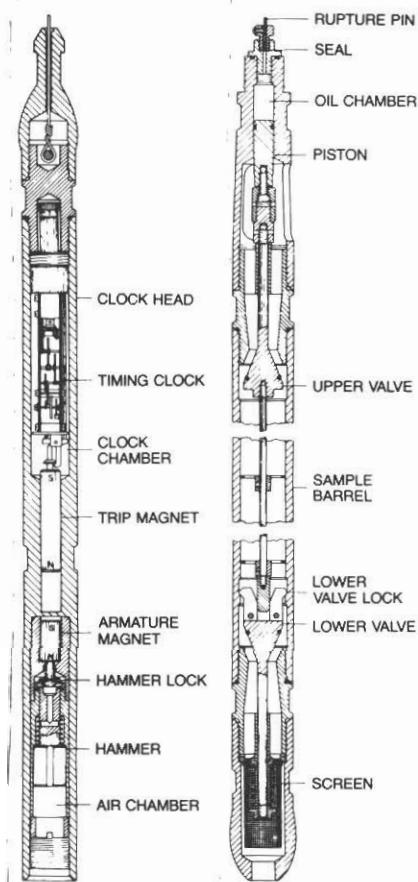
١ - جهاز أخذ العينات الباطنية :

يصنع جهاز أخذ العينات الباطنية من خليطة معدنية قاسية بدقة متناهية وذلك للمحافظة على العينة . (أنظر الشكل رقم ١) .

شكل رقم (١)



يتتألف جهاز أخذ العينات الباطنية من عدة أقسام مجزأة يتم تجميعها وتوحيدها وفقا للحاجة (انظر الشكل رقم ٢) .



شكل رقم (٢)

يصل طول الجهاز الى ١٥٠ سم ويحوي ميزان حرارة لتحديد درجة حرارة الطبقة .

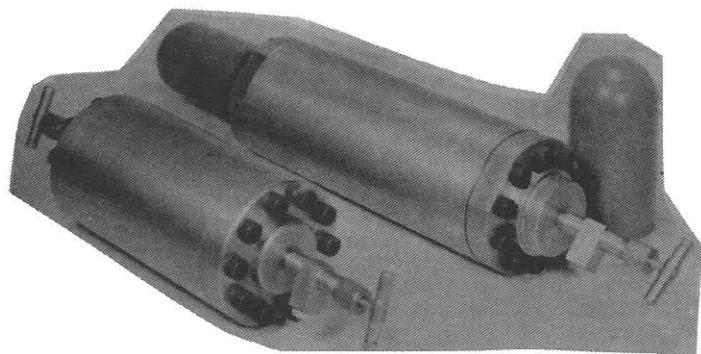
ينزل جهاز أخذ العينات الى البئر عند قعره بعد فتح الصمامين الكائنين في نهايته ، بحيث يسمح للمايو بالدخول الى الجهاز والخروج منه . ويقدر الزمن اللازم لغلق الصمامات على عمق البئر وذلك بواسطة ساعة زمنية موجودة في الجهاز . بعد وصول الجهاز الى قعر البئر وانتهاء الزمن اللازم تغلق الصمامات وتحتجر العينة ضمن الجهاز .

٢ - اسطوanات العينات :

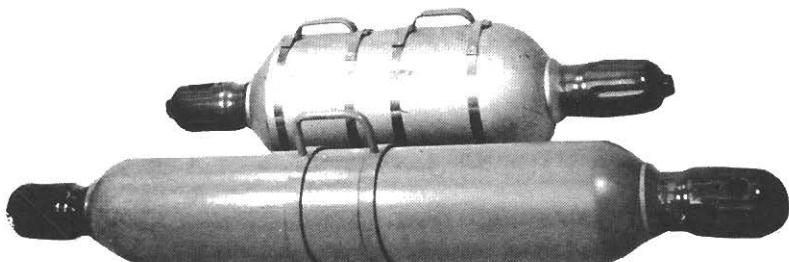
هناك نماذج مختلفة من اسطوانات العينات التي تستخدم لنقل المواقع الهيدروكرboneية ذات الضغوط العالية وتخزينها .

تحتوي الاسطوانات المستخدمة لنقل العينات الباطنية على غطاء واق في نهايتها بالإضافة الى صمامين في طرفيها أحدهما ابرى على شكل زاوية وحيد الاتجاه والآخر صمام ابرى ثنائي الاتجاه تتحمل هذه الاسطوانات ضغوطاً عالية تتراوح بين ٨٠٠ - ١٢٠٠ باراً أما الاسطوانات المستخدمة لنقل العينات الغازية فهي غير قابلة للتآكل ومجهرة بمقاييس للحمل بالإضافة الى غطاء واق في نهايتها .

الأشكال (٣ و ٤) توضح على التسلسل اسطوانات نقل العينات النفطية والغازية .



شكل رقم (٣)



شكل رقم (٤)

٣ - المضخة :

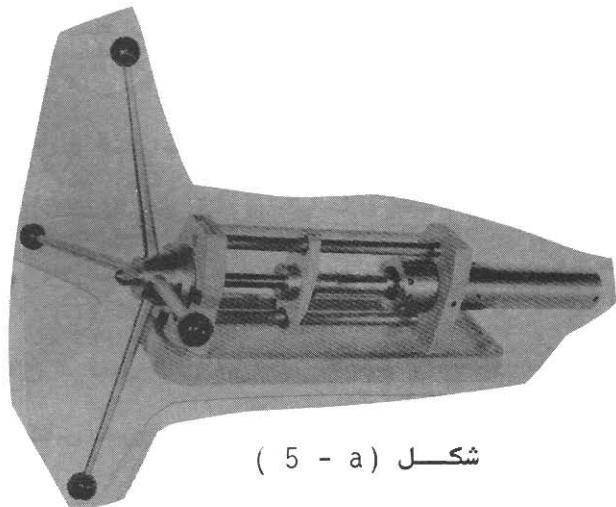
تعتبر مضخات الازاحة التامة أجهزة بالغة الدقة تمكّن المهندس من اجراء القياسات وتعيين حجوم الكميات للسوائل تحت الضغوط العالية وتقسم المضخات الى مضخات يدوية وآخرى كهربائية .

٣ - ١ - أجزاء المضخة :

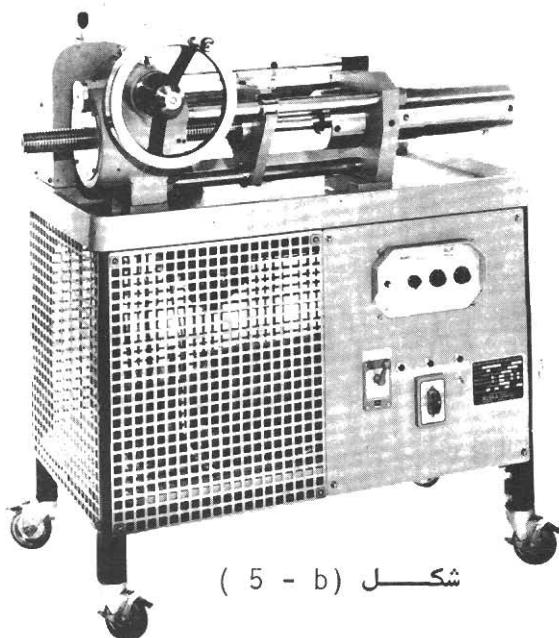
تتكون مضخات الازاحة التامة مما يلي :

- ١ - القاعدة الأساسية للمضخة .

- ٢ - مقياس المضخة وهو مقسم بالسانቲเมตรات المكعبة ويقرأ عليه
الحجم الممليء بالسائل بالإضافة الى ذلك يوجد قرص مدرج الى
أجزاء عشرية .
- ٣ - مكبس المضخة ويستخدم لدفع السائل داخل المضخة وسحبه منها .
- ٤ - الاسطوانة : وهيالجزء الذي يتحرك ضمنه المكبس ، ويصل حجمها
إلى 250 سم^3 وتتحمل ضغوطاً بحدود ٧٠٠ بار .
- ٥ - مقود المضخة الذي يتكون من أربعة سواعد على أطرافهم العلوية
مقابض بلاستيكية حيث يستخدم في دفع وسحب المكبس داخل
اسطوانة المضخة .
- ٦ - مستودع الزئبق : يملأ بالزئبق اللازم ويتم وصله مع المضخة
بواسطة أنابيب خاصة كما يتم وصل المضخة مع بقية الأجهزة
(مقاييس الضغط ، خلية الـ P.V.T. ، جهاز المكثفات الغازية
جهاز الزوجة) بأنابيب خاصة تتحمل ضغوطاً عالية .
- أما المضخة الكهربائية فتحتوي على محرك خاص يعمل كهربائياً
بدلاً من السواعد الأربع الموجودة على المضخة اليدوية ، وعليه سرعاً
خاصة يمكن بواسطتها التحكم في حقن الزئبق إلى الخلية وسحبه منها
حسب الحاجة .
- الشكل رقم (a - 5 - b) يوضح المضخات اليدوية والكهربائية



شکل (5 - a)



شکل (5 - b)

آ - يفرغ النظام الهيدروليكي من الماء (المضخة - المانيفولد - أنابيب الضغط) كما هو مبين في الشكل ٦ وتملاً بالرئيق .

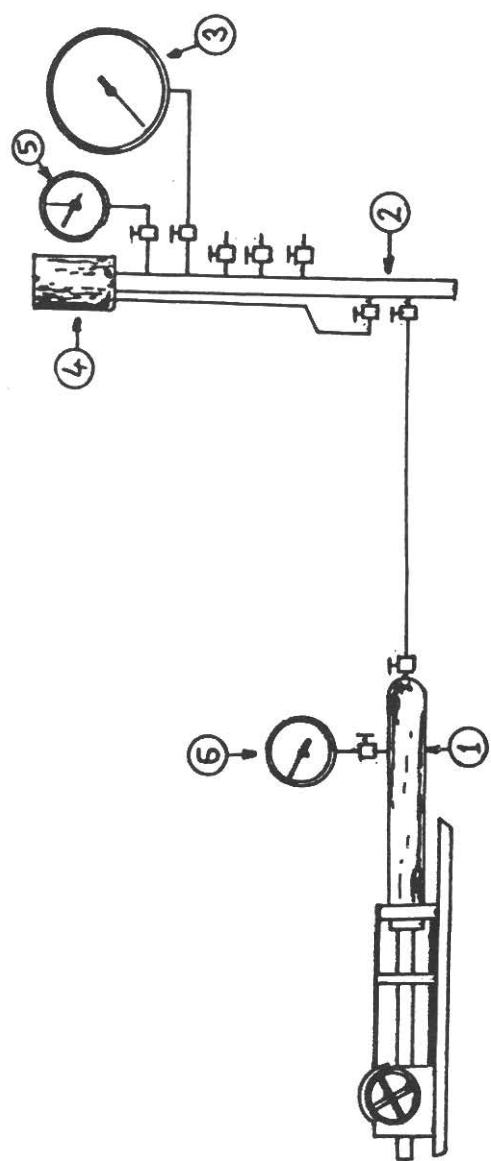
توضع في البداية على المضخة قراءة دقيقة (0,00 cm)، ونبأ بضم الرئيق عند الضغط الجوي من خلال صمام حر على المانيفولد، (يمكن اجراء العملية بطريقة فصل المضخة عن المانيفولد) .

يحقن الرئيق على مراحل بكميات متساوية حوالي (10 cm³) ويلتقط بكأس مدرجة ويوزن . يسجل وزن الرئيق ودرجة حرارة الغرفة .

تكرر العملية حتى الانتهاء من مجال قياس المضخة ، مثلاً حتى يصل الى 250,0 cm³ على المقياس الحجمي للمضخة .

يقسم وزن الكميات المنفردة من الرئيق عند درجة حرارة الغرفة على كثافة الرئيق ، فنحصل على أحجام تلك الكميات المحقونة

يقسم هذا الحجم على حجم المضخة المعتر (= الفرق بالقراءة على المضخة) فنحصل على ثابت المضخة (F) نحو التقسيمات بواسطته على المقياس الحجمي للمضخة الى حجوم فعالة . اذا كانت قيم العوامل (الثوابت) المحسوبة متفقة ، بحيث لا يتعدى الخطأ النسبي % ١ وهذا ما يحدث عند المضخات ذات النوعية الجيدة ، فإنه يمكنأخذ المتوسط الحسابي لها واعتبار الثابت (F) ل الكامل مجال المضخة القياسي او بمعنى آخر يمكن حساب متوسط عامل المضخة وذلك بتقسيم مجموع الحجوم الفعالة المنفردة على الحجم الكلي المعتر للمضخة .



الشكل رقم (٦) : الجهاز المختبرى الأساسى لقياسات الـ P.V.T.

- ١ - مضخة حجمية ذات ضغط عالٍ .
 - ٢ - مانيفولـد .
 - ٣ - مقاييس الضغـط .
 - ٤ - خزان الرئـبـق .
 - ٥ - مقاييس ضغط أوتوماتيكي للكونترول .
 - ٦ - مقاييس ضغط الكونترول .
-

$$V_p = \Sigma (G_{Hg} / \rho_{Hgt}) \quad (1-1)$$

حيث أن :

- V_p - الحجم الفعال للمضخة .
- G_{Hg} - وزن الكميات المنفردة للرئبـق .
- ρ_{Hgt} - كثافة الرئبـق عند درجة الحرارة t

يحسب متوسط ثابت المضخة من المعادلة التالية :

$$F = V_p / v$$

- حيث أن :
- v - حجم المضخة المعتبر .

ب - تجرى القياسات عادة على جهاز P.V.T. عند درجات حرارة أكبر من درجة حرارة الغرفة . ان حقن وسحب الرئبـق في الخلية سيؤدي الى تسخين وتبريد الرئبـق ولهذا السبب من الضروري حساب الأحجام المقرؤة على المضخة والمصححة بواسطة عامل المضخة

بالنسبة لحرارة الخلية . يضم التصحيح بالنسبة للحرارة على العامل FT والذي يحسب من المعادلة التالية :

$$FT = F (1 + \beta_{Hg} \cdot \Delta t) \quad (2-1)$$

حيث أن :

- عامل المضخة المحسوب بالنسبة لحرارة الخلية t .

- عامل المضخة عند درجة حرارة الغرفة t_r

- فرق الحرارة بين الخلية والمضخة $(\Delta t = t - t_r)$

- عامل التمدد الحراري للزئبق ويساوي :

$$(\beta_{Hg} = 181 \cdot 86 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$$

تحسب قيمة العامل FT من المعادلة (2-1) للمجال (الفرق) بين درجات الحرارة من $(0 - 200)^\circ\text{C}$ لكل درجة مئوية واحدة وتوضع في جدول خاص .

للحصول على الحجم الفعال من الضروري ضرب قيمة أحجام الزئبق المحقونة والمحسوبة والتي أخذت من القراءات على المضخة بالعامل FT .

٤ - نتائج المعايرة :

بعد معايرة المضخة يتم الحصول على قيمة عامل المضخة F . ويؤخذ المتوسط الحسابي لها كما هو موضح بالجدول رقم (1) كذلك تغاير المضخة بالنسبة لحرارة الخلية ويتم الحصول على قيمة العامل FT

الموضحة في الجدول رقم (٢) *

$$\sum F = 24.9867 \implies \bar{F} = \frac{\sum F}{n} = \frac{24.9867}{25} \implies \bar{F} = 0.9994$$

جدول رقم (١) : تعيين عامل المضخة F على ما أن درجة حرارة الغرفة $t = 19^{\circ}\text{C}$ ، كثافة الزبiqع عند درجة

$$G = 79.1 \text{ g/mL} = 13.5486 \text{ g/mL}$$

| العامل المسجل المضخة | حجم الزبiqع V mL | وزن الزبiqع مع البيشر G_a gr | عامل المضخة F | حجم الزبiqع بدون البيشر G_M gr | وزن البيشر مع البيشر G_a gr | وزن البيشر بدون البيشر G_M gr | وزن البيشر مع البيشر G_a gr |
|-------------------------|--------------------------|--|--------------------|--|--|--|--|
| 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 | 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 |
| 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 | 0.9994 | 9.990 | 135.30 | 214.40 |
| 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 | 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 |
| 0.9994 | 9.990 | 135.30 | 214.40 | 0.9990 | 9.990 | 135.30 | 214.40 |
| 0.9990 | 9.990 | 135.30 | 214.40 | 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 |
| 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 | 0.9990 | 9.990 | 135.30 | 214.40 |
| 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 | 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 |
| 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 | 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 |
| 0.9990 | 9.990 | 135.30 | 214.60 | 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 |
| 0.9994 | 9.990 | 135.30 | 214.40 | 1.0001 | 10.001 | 135.50 | 214.60 |
| 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 | 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 |
| 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 | 0.9990 | 9.990 | 135.30 | 214.40 |
| - | - | - | - | 0.9994 | 9.994 | 135.40 | 214.50 |

| t | Ft |
|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|
| 0 | 0.9994 | 20 | 1.0030 | 40 | 1.0067 | 60 | 1.0103 | 80 | 1.0140 |
| 1 | 0.9996 | 21 | 1.0032 | 41 | 1.0069 | 61 | 1.0105 | 81 | 1.0141 |
| 2 | 0.9998 | 22 | 1.0034 | 42 | 1.0070 | 62 | 1.0107 | 82 | 1.0143 |
| 3 | 1.0000 | 23 | 1.0036 | 43 | 1.0072 | 63 | 1.0109 | 83 | 1.0145 |
| 4 | 1.0001 | 24 | 1.0038 | 44 | 1.0074 | 64 | 1.0110 | 84 | 1.0147 |
| 5 | 1.0003 | 25 | 1.0039 | 45 | 1.0076 | 65 | 1.0112 | 85 | 1.0149 |
| 6 | 1.0005 | 26 | 1.0041 | 46 | 1.0078 | 66 | 1.0114 | 86 | 1.0150 |
| 7 | 1.0007 | 27 | 1.0043 | 47 | 1.0080 | 67 | 1.0116 | 87 | 1.0152 |
| 8 | 1.0009 | 28 | 1.0045 | 48 | 1.0081 | 68 | 1.0118 | 88 | 1.0154 |
| 9 | 1.0010 | 29 | 1.0047 | 49 | 1.0083 | 69 | 1.0120 | 89 | 1.0156 |
| 10 | 1.0012 | 30 | 1.0049 | 50 | 1.0085 | 70 | 1.0121 | 90 | 1.0158 |
| 11 | 1.0014 | 31 | 1.0050 | 51 | 1.0087 | 71 | 1.0123 | 91 | 1.0160 |
| 12 | 1.0016 | 32 | 1.0052 | 52 | 1.0089 | 72 | 1.0125 | 92 | 1.0161 |
| 13 | 1.0018 | 33 | 1.0054 | 53 | 1.0090 | 73 | 1.0127 | 93 | 1.0163 |
| 14 | 1.0019 | 34 | 1.0056 | 54 | 1.0092 | 74 | 1.0129 | 94 | 1.0165 |
| 15 | 1.0021 | 35 | 1.0059 | 55 | 1.0094 | 75 | 1.0130 | 95 | 1.0167 |
| 16 | 1.0023 | 36 | 1.0060 | 56 | 1.0096 | 76 | 1.0132 | 96 | 1.0169 |
| 17 | 1.0023 | 37 | 1.0061 | 57 | 1.0098 | 77 | 1.0134 | 97 | 1.0170 |
| 18 | 1.0025 | 38 | 1.0063 | 58 | 1.0100 | 78 | 1.0136 | 98 | 1.0172 |
| 19 | 1.0027 | 39 | 1.0065 | 59 | 1.0101 | 79 | 1.0138 | 99 | 1.0174 |

(2) مجموع

| t | FT |
|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|
| 100 | 1.0176 | 120 | 1.0212 | 140 | 1.0249 | 160 | 1.0285 | 180 | 1.0321 |
| 101 | 1.0178 | 121 | 1.0214 | 141 | 1.0250 | 161 | 1.0287 | 181 | 1.0323 |
| 102 | 1.0180 | 122 | 1.0216 | 142 | 1.0252 | 162 | 1.0289 | 182 | 1.0325 |
| 103 | 1.0181 | 123 | 1.0218 | 143 | 1.0254 | 163 | 1.0290 | 183 | 1.0327 |
| 104 | 1.0183 | 124 | 1.0220 | 144 | 1.0256 | 164 | 1.0292 | 184 | 1.0329 |
| 105 | 1.0185 | 125 | 1.0221 | 145 | 1.0258 | 165 | 1.0294 | 185 | 1.0330 |
| 106 | 1.0187 | 126 | 1.0223 | 146 | 1.0260 | 166 | 1.0296 | 186 | 1.0332 |
| 107 | 1.0189 | 127 | 1.0225 | 147 | 1.0261 | 167 | 1.0298 | 187 | 1.0334 |
| 108 | 1.0190 | 128 | 1.0227 | 148 | 1.0263 | 168 | 1.0300 | 188 | 1.0336 |
| 109 | 1.0192 | 129 | 1.0229 | 149 | 1.0265 | 169 | 1.0301 | 189 | 1.0338 |
| 110 | 1.0194 | 130 | 1.0230 | 150 | 1.0267 | 170 | 1.0303 | 190 | 1.0340 |
| 111 | 1.0196 | 131 | 1.0232 | 151 | 1.0269 | 171 | 1.0305 | 191 | 1.0341 |
| 112 | 1.0198 | 132 | 1.0234 | 152 | 1.0270 | 172 | 1.0307 | 192 | 1.0343 |
| 113 | 1.0200 | 133 | 1.0236 | 153 | 1.0272 | 173 | 1.0309 | 193 | 1.0345 |
| 114 | 1.0201 | 134 | 1.0238 | 154 | 1.0274 | 174 | 1.0310 | 194 | 1.0347 |
| 115 | 1.0203 | 135 | 1.0240 | 155 | 1.0276 | 175 | 1.0312 | 195 | 1.0349 |
| 116 | 1.0205 | 136 | 1.0241 | 156 | 1.0278 | 176 | 1.0314 | 196 | 1.0350 |
| 117 | 1.0207 | 137 | 1.0243 | 157 | 1.0280 | 177 | 1.0316 | 197 | 1.0352 |
| 118 | 1.0209 | 138 | 1.0245 | 158 | 1.0281 | 178 | 1.0318 | 198 | 1.0354 |
| 119 | 1.0210 | 139 | 1.0247 | 159 | 1.0283 | 179 | 1.0320 | 199 | 1.0356 |
| | | | | 200 | 1.0358 | | | | |

جدول رقم (2) : تعين عامل المضخة (FT) بالنسبة لحرارة الخلية .

تستخدم خلية الـ P.V.T لدراسة العينات النفطية الطبقية عند الضغوط ودرجات الحرارة العالية وهناك نوعان من الخلايا منها الخلية العمياء والخلية المرئية . أما الخلية المستخدمة في مخبر فيزياء الطبقة بكلية الهندسة الكيميائية والبتروлиمة بجامعة البعث هي الخلية المرئية .

٥ - ١ - وصف خلية الـ P.V.T المرئية :

تحتوي هذه الخلية على نافذة زجاجية طولها $\frac{3}{4}$ بوصة وعرضها $\frac{1}{4}$ بوصة ، حيث تساعد هذه النافذة على مراقبة السطح الفاصل غاز نفط أو نفط - زئبق داخل الخلية .

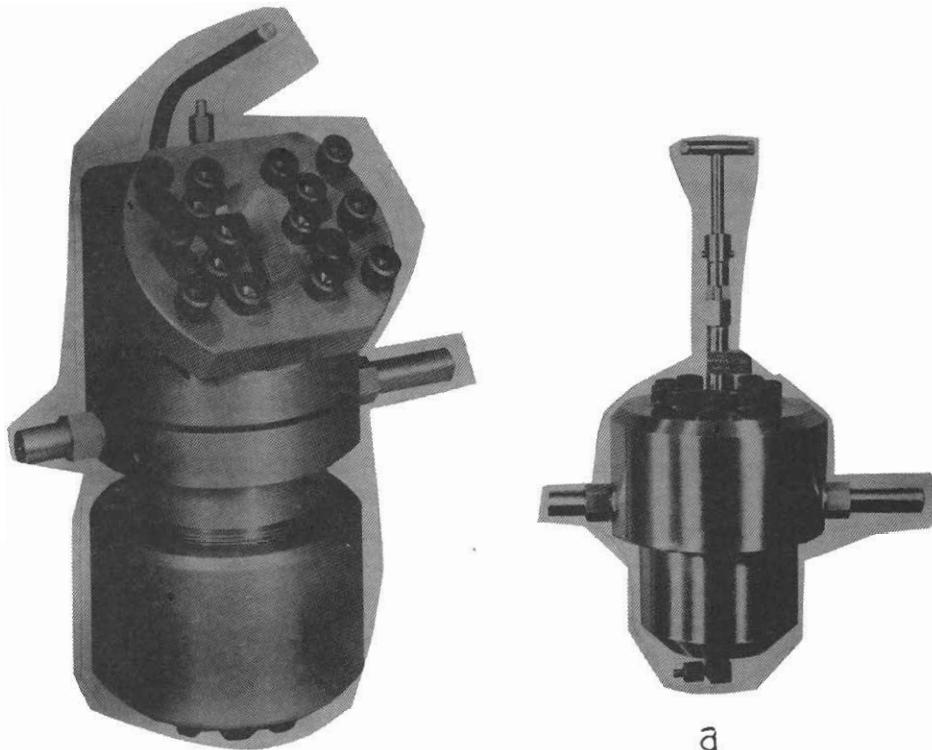
يصل حجم الخلية إلى 600 سم^3 وزنها بحدود ٣٢ كغ ، كما تتحمل ضغوطا تصل إلى ٢٠٠ بار ودرجات حرارة حتى ١٥٠ درجة . تصنف النافذة من الزجاج الحراري بسماكه (١) بوصة وهي توضع في جسم الخلية الرئيسي . تثبت النافذة على اطار مسطح معالج حراريا وهو صقيل وناعم وخال من الخدوش . يوجد في قمة الخلية صمام خروج ، عند اتصال السطح للنافذة الزجاجية مع الجسم مما يسمح مشاهدة دخول وخروج المائع منه ، بالإضافة لوجود ساق يدوية تساعد على امالنة الخلية للمراقبة وذلك بعد تحرير هذه الساق من مجموعة التحرير . ويمكن للساق أن تعمل آلية وذلك بربطها مع مجموعة التحرير الكهربائية . تتصل الخلية من الناحية السفلية بأنبوب فولاذي ذي قطر

بوضة ، متصل بدوره مع صمام موضوع على حافة الحوض الذي تتوضع
بداخله الخلية . يحتوي الحوض على مسندين يثبت عليهما جسم الخلية
كما يحوي في جزئه العلوي على ثقب ينزل من خلاله ميزان حرارة
لقياس درجة حرارة الزيت الموجود داخل الحوض .

تصل سعة الحوض ٦٨ لیتر ، ويصل قطره الى ١٨ بوصة . يتصل الحوض بمفاتيح التشغيل ومفتاح رفع وخفض مستوى الزيت كما يثبت على الجزء الأمامي من الناحية الخارجية للحوض جهاز التحكم بدرجة الحرارة .

يوجد داخل الحوض حجرة اضافية للزيت ، حيث يوجد حاجز مرتفع بين الحوض وجداره يستخدم لرفع أو خفض مستوى الزيت في الحوض . يمكن تحفيض مستوى الزيت الى أسفل نافذة الخلية أثناء مراقبة خروج أول فقاعات من الغاز لدى القيام بالتجارب ، كما ويمكن رفعه لتفطير الخلية بالكامل أثناء التسخين .

الشكل رقم (٧) يوضح الخلية العميماء والمرئية . كما يوضح الشكل رقم (٨) الحوض الذي تتوضع بداخله الخلية والزيت (منظر عام) .



شكل رقم (٢)

خلية الـ P.V.T.

— العميماء

— المرئية

٥ - تشغيل الحوض:

عند ادارة المفتاح الأساسي وبدأ محرك الخلط بالدوران وابقاء مفاتيح التسخين على وضعية الايقاف (Off) يملأ الحوض بزيرت حراري .

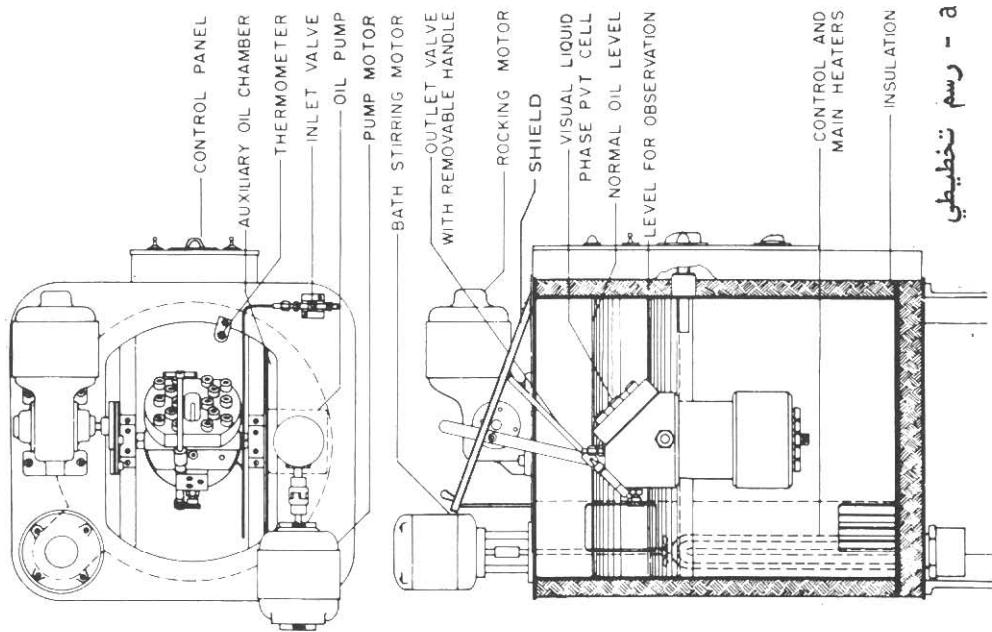
لرفع درجة حرارة الحوض بسرعة الى درجة الحرارة المطلوبة يوضع مفتاح تسريع التسخين على الوضعية (High) الذي يستخدم فقط لرفع درجة حرارة الزيت الى الدرجة المطلوبة ثم يدار مفتاح المنظم الحراري الذي يتحكم بالتسخين مع وضع مفتاح تسريع التسخين على الوضعية (Low) وبالتالي المحافظة على درجة الحرارة المطلوبة التي نقرأها على ميزان الحرارة الخاص بالحوض . بعد الوصول الى درجة الحرارة المطلوبة ، يبدأ مفتاح المنظم الحراري بالانطفاء والاضاءة دوريا ، علماً أن المصباح المذكور كان مضيئا طيلة فترة التسخين .

إذا كان مفتاح تسريع التسخين في الوضعية الصحيحة فان المصباح سيضيء وينطفأ دوريا ، أما اذا بقي الفوء مطفأ ودرجة الحرارة مستمرة بالارتفاع فهذا يعني أن المفتاح وضع على وضعية أعلى مما يجب ، أما اذا كان المصباح مضيئا ودرجة الحرارة مستمرة بالانخفاض ببطء فهذا يعني أن مفتاح تسريع التسخين وضع أقل مما ينبغي .

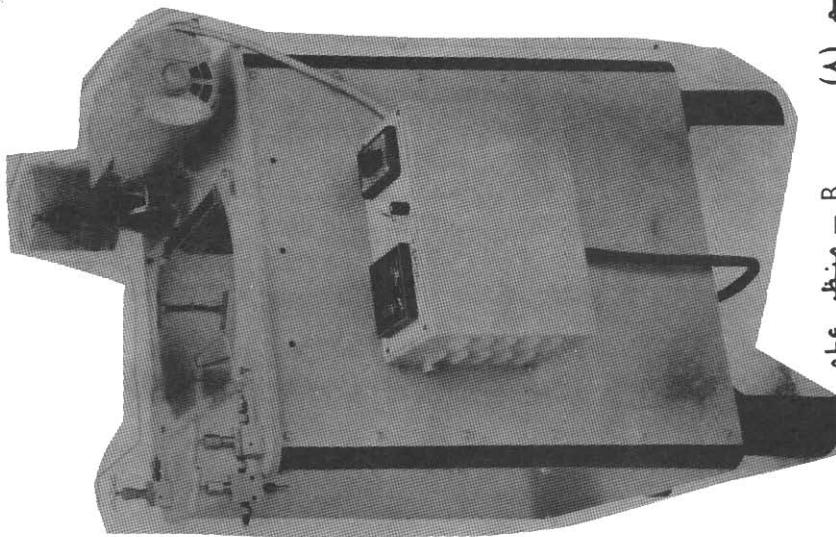
في مثل هذه الحالة نضبط درجة الحرارة بواسطة المنظم الحراري من أجل تغطية هذه الفروق البسيطة .

بالاضافة الى ما ذكر أعلاه يحوي الحوض على مصرف لتفريغ الزيت منه عند الضرورة وهو كائن في الجزء السفلي من الحوض .

٤ - رسم تخطيطي



شكل رقم (٨)
المحرجة التي تتوضع فيها خلية ال P.V.T مع أجهزة التشغيل .
B - منظر عام



٥ - ١ - التعبيير الحجمي لخلية الـ T . V . P :

٥ - ١ - ١ - تعبيين حجم خلية الـ T . V . P :

تفرغ الخلية وتتملاً بالرئيق عند درجة حرارة الغرفة ، بعد ذلك ينزع أنبوب الضغط عن الصمام السفلي للخلية وتفرغ الخلية من الرئيق على مراحل ، في كل مرحلة حوالي 50 cm^3 في كأس مدرجة وتوزن .

أثناء القياس يحسب حجم الرئيق باستخدام كثافات الرئيق عند درجات الحرارة تعطي مجموعة الحجوم حجم خلية T.P.V. حيث تعداد العملية ثلاثة مرات أو أكثر اذا لم تتفق النتائج . يعتبر حجم خلية الـ T.V.C () القيمة الوسطية لثلاثة قياسات ، والتي تتفق مع بعضها بخطأ نسبي أقل من ١ % .

وهناك طريقة أخرى لتعبيين حجم الخلية باستخدام الضغط وهي التي اتبعت أثناء المعايرة وقد تمت على الشكل التالي :

بعد وضع مقياس المضخة على القيمة (0,00) نحقن الرئيق حتى يرتفع الضغط الى القيمة الأعظمية (at 300) ثم ننتظر توازن الضغط ونأخذ القيمة على مقياس المضخة (OP_1) (يتم ذلك والصمام السفلي للخلية مغلق) . بعد ذلك نفتح الصمام السفلي للخلية ببطء شديد مع متابعة حقن الرئيق بحيث تتراوح قيمة الضغط بين at 300 - 250 ونستمر بالعملية حتى القيمة النهائية لمقياس المضخة . ونأخذ القراءة " OP_2 " . بعد ذلك نغلق صمام الوصول مع الخلية ونعيد ملء

المضخة بالرئبق ، ونعود فنكرر العملية السابقة . وفي كل مرة نحقق فيها كامل الرئبق .

نأخذ فرق القراءتين ($OP_1 - OP_2$) وفي النهاية نجمع الفروق فنحصل على حجم خلية الرئيق .

٢-١- تحديد القيم التصحيحية الحجمية لخلية الرئيق :

١ - تفرغ الخلية وتتماً بالرئيق عند درجة حرارة الغرفة بحيث يسيل الرئيق عند الصمام العلوي لها .

٢ - يغلق الصمام العلوي لخلية الرئيق .

٣ - يرفع الضغط في الخلية بواسطة المضخة إلى الضغط الأعظمي (at 300)

٤ - بعد اجراء عملية توازن الضغط يغلق صمام الخلية السفلي ويفتح بهدوء الصمام العلوي ، يوحذ الرئيق الخارج في كأس مدرجة ويعين حجم الرئيق بالطريقة التي ذكرت سابقا . تعاد العملية عشر مرات ، وتحسب القيمة الوسطية للنتائج التي تتفق مع بعضها خطأ لا يتعدى ١٪ .

٥ - يتالف التغير الكلي لحجم الخلية (V_{HgP}) من قسمين :

آ - تغير حجم الخلية بسبب تغير الضغط .

ب - تغير حجم الرئيق في الخلية بسبب انضغاطه .

يمكن حساب حجم "خلية" تتبع للضغط فقط ، على النحو التالي :
لما كان حجم الخلية معروف (ويساوي حجم الرئيق داخلها) ، عند درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي فإن التغير في حجم الرئيق بسبب

زيادة الضغط يعين بالمعادلة التالية :

$$\Delta V_{HgP} = V_{C^0} \cdot C_{Hg} \cdot \Delta P \quad (3-1)$$

حيث أن :

ΔV_{HgP} - تغير حجم الزئبق في الخلية بسبب انضغاط الزئبق . (cm^3)

V_{C^0} - حجم الزئبق (\equiv حجم الخلية) عند درجة حرارة الغرفة (C^0) والضغط الجوي (1 at)

C_{Hg} - عامل انضغاط الزئبق الايزوتيرمي (at^{-1})

ΔP - الفرق بين الضغط في الخلية والضغط الجوي .

يحسب حجم تمدد خلية الـ P.V.T. من المعادلة التالية :

$$\Delta V_{Cp} = V_{Hgp} - \Delta V_{HgP} \quad (4-1)$$

حيث أن :

ΔV_{Cp} - تغير حجم خلية الـ P.V.T. بسبب تغير الضغط من $(0 - 300 \text{ at})$ cm^3

V_{Hgp} - الحجم المقاس للزئبق الخارج لدى تغير الضغط من $(0 - 300 \text{ at})$ cm^3 بالـ

٦ - تحسب علاقة تغير حجم الخلية بالضغط العملي من الضغط الكلي وحتى الضغط الجوي على مراحل لكل مرحلة (10 at)

ومن المعادلة التالية :

$$\Delta V_{cpi} = \left(\frac{\Delta V_{cp}}{300} \right) (300 - P_i) \quad (5-1)$$

٥-١-٣- تعيين التمدد الحراري لخلية الـ P.V.T. عند الضغط الأعظمي :

يتم تعيين التمدد الحراري لخلية الـ P.V.T. عند الضغط الأعظمي

باستخدام الطريقة التالية :

١ - تفرغ الخلية وتملأ بالرئيق عند درجة حرارة الغرفة، ثم يرفع الضغط إلى القيمة العظمى له (300 at) . تسجل درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الخلية والقراءة على المضخة OP_1 .

٢ - تسخن الخلية إلى درجة حرارة ثابتة t_1 ، ويتم سحب الرئيق من الخلية أثناء التسخين بواسطة المضخة لتجنب زيادة الضغط الخطرة بعد الوصول إلى التوازن الحراري ($P=300at = \text{const}$ ، $t_1 = \text{const}$) تسجل درجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة الخلية على المضخة OP_2

٣ - حجم الرئيق الذي سحب من الخلية ، بسبب زيادة درجة الحرارة عند $(P = 300 at = \text{const})$

$$\Delta V_{Hgt} = (OP_1 - OP_2) \cdot F \cdot T \quad (6-1)$$

حيث أن :

$F \cdot T$ - عامل المضخة F والمصحح بالنسبة لـ Δt التي تمثل الفرق

t_r بين درجة حرارة الخلية t ودرجة حرارة الغرفة

٤ - يزداد حجم الرئيق البدائي الكائن في الخلية الـ P.V.T. عند درجة حرارة الغرفة عند زيادة درجة الحرارة وتحسب الزيادة كما

يلبي :

$$V_{Hgt} = V_{cp} (1 + B_{Hg} \cdot \Delta t) \quad (7-1)$$

$$V_{cp} = V_{c0} + V_{cp} \quad (8-1)$$

حيث أن :

V_{cp} - حجم الرئبق (= حجم الخلية) عند درجة حرارة الغرفة
والضغط 300 بار (Cm³) .

V_{Hgt} - حجم الرئبق عند درجة حرارة الخلية t بار Cm³ .

٥ - الحجم الفعال للرئيق ويساوي حجم خلية الـ P.V.T. عند درجة الحرارة t_1 ويعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{ct} = V_{Hgt} - \Delta V_{Hgt}$$

حيث أن :

V_{ct} - حجم خلية الـ P.V.T عند درجة الحرارة t_1 والضغط
• 300 at

من الضروري القيام بعملية التعديل على الأقل عند ٤ درجات حرارة مختلفة ويتم التحقق عادة عند الدرجة ١٠٠ °C .

٤-١-٤ - نتائج المعايرة :

١ - تم اتباع خطوات عمل المعايرة المذكورة في الفقرة (١-٥-١)
فحصلنا على النتائج التالية :

$$OP_1 = 1.60 \text{ Cm}^3 \quad OP_2 = 251.47 \text{ Cm}^3 \quad ١) \text{ المرة الأولى}$$

$$OP_1 = 5.51 \text{ cm}^3 \quad OP_2 = 252.22 \text{ cm}^3 \quad ٢) \text{ المرة الثانية}$$

$$OP_1 = 7.10 \text{ cm}^3 \quad OP_2 = 167.04 \text{ cm}^3 \quad ٣) \text{ المرة الثالثة}$$

نأخذ الفرق بين كل قراءتين فنحصل على الحجوم التالية :

$$OP_2 - OP_1 = 251.47 - 1.60 = 249.87 \text{ cm}^3$$

$$OP'_2 - OP'_1 = 252.22 - 5.51 = 246.71 \text{ cm}^3$$

$$OP''_1 - OP''_2 = 167.04 - 7.10 = 159.94 \text{ cm}^3$$

وبجمع القيم النهائية نحصل على حجم خلية الرئيق (V_C) :

$$V_C = 249.87 + 246.71 + 159.94 = 656.520 \text{ cm}^3$$

٢ - النتائج الم الحصول عليها نتيجة اتباع خطوات عمل المعايرة المذكورة في الفقرة (٢ - ١ - ٥) للوصول الى تحديد القيم التصحيحية كتابع للضغط لخلية ال P.V.T .

| رقم التجربة | وزن الرئيق مع البيشير gr | وزن الرئيق بدون البيشير gr | حجم الرئيق | شوابت العهم |
|-------------|--------------------------|----------------------------|------------|--|
| 1 | 65.8 | 59.0 | 15.3 | جرارة الغرفه C^0 |
| 2 | 65.9 | 59.0 | 15.4 | كتافه الرئيق عند رجه حراارة |
| 3 | 65.9 | 59.0 | 15.4 | الغرفه $\rho_{17} = 13,5535 \text{ gr/cm}^3$ |
| 4 | 65.8 | 59.0 | 15.3 | وزن البيشir فارغ |
| 5 | 65.9 | 59.0 | 15.4 | = 50.5 gr |

ان القيمة الوسطية لحجم الزئبق من خلال الجدول السابق تكون :

$$V_{HgP} = 1.14 \text{ cm}^3$$

آ - تحديد التغيير في حجم الزئبق الناتج عن انضباطه :

$$\Delta V_{Hqp} = V_c \cdot C_{Hq} \cdot \Delta P$$

$$\Delta V_{\text{HgP}} = 656.520 \times 10^{-6} \times 300 = 0.79 \text{ cm}^3$$

ب - تحديد تغير حجم الخلية بسبب تغير الضغط :

$$\Delta V_{cp} = V_{Hqp} - \Delta V_{Hqp}$$

$$\Delta V_{CP} = 1.14 - 0.79 = 0.35 \text{ cm}^3$$

٣ - الجدول رقم (٣) يبين نتائج تغير حجم الخلية بالعلاقة مع الضغط

العملى من الضغط الكلى وحتى الضغط الجوى :

٤ - الجدول رقم (٤) يبين نتائج حجم خلية الا P.V.T كتابع لدرجة الحرارة (التمدد الحراري للخلية) عند درجة حرارة المخبر . $t = 18^{\circ}C$

| P_i | ΔV_{cpi} | P_i | ΔV_{cpi} |
|-------|------------------|-------|------------------|
| 300 | 0.00 | 150 | 0.18 |
| 290 | 0.01 | 140 | 0.19 |
| 280 | 0.02 | 130 | 0.20 |
| 270 | 0.04 | 120 | 0.21 |
| 260 | 0.05 | 110 | 0.22 |
| 250 | 0.06 | 100 | 0.23 |
| 240 | 0.07 | 90 | 0.25 |
| 230 | 0.08 | 80 | 0.26 |
| 220 | 0.09 | 70 | 0.27 |
| 210 | 0.11 | 60 | 0.28 |
| 200 | 0.12 | 50 | 0.29 |
| 190 | 0.13 | 40 | 0.30 |
| 180 | 0.14 | 30 | 0.31 |
| 170 | 0.15 | 20 | 0.33 |
| 160 | 0.16 | 10 | 0.34 |
| | | 0 | 0.35 |

الجدول رقم (٤)

| V_{ct} | V_{cp} | V_{Hgt} | ΔV_{Hgt} | FT | $0P_2$ | $0P_1$ | Δt | tr |
|----------|----------|-----------|------------------|--------|--------|--------|------------|-----|
| 657,074 | 656,870 | 658,899 | 1,825 | 1,0025 | 90,82 | 92,64 | 17 | 35 |
| 656,746 | 656,870 | 662,962 | 5,216 | 1,0089 | 87,47 | 92,64 | 51 | 70 |
| 658,776 | 656,870 | 667,263 | 8,487 | 1,0152 | 84,28 | 92,64 | 87 | 105 |
| 660,588 | 656,870 | 670,608 | 10,448 | 1,0203 | 81,91 | 92,64 | 115 | 133 |

الجدول رقم (٤)

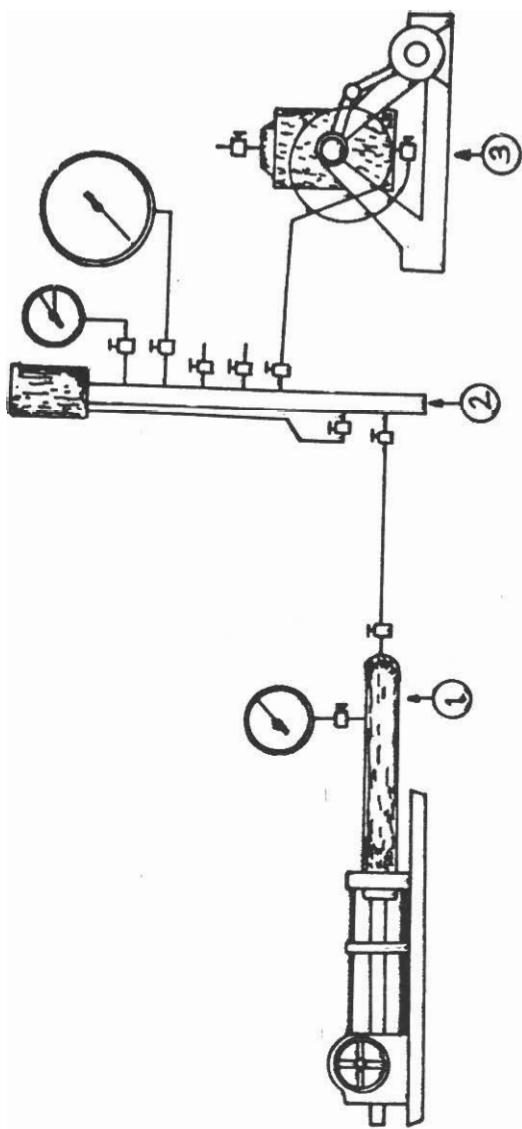
٦ - التعبيير الحجمي للنظام الهيدروليكي بالعلاقة مع الضغط :

يتغير حجم النظام الهيدروليكي (المضخة، المانيفولد مع مقاييس الضغط والأنابيب الموصلة) بتغيير الضغط . لذلك يجب أخذ هذا التغيير في الحجم بعين الاعتبار لدى اجراء الحسابات على نتائج القياس .

تفرغ المضخة والنظام الهيدروليكي وتملاً بالزئبق حتى الصمام السفلي لخلية الـ P.V.T . الذي يكون مغلقاً أثناء عملية التعبيير (انظر الشكل رقم ٩) .

اذا كان الحجم الكلي للمضخة مساوياً 100 cm^3 ، فان عملية التعبيير تتم ضمن مجال واحد، أما عند المضخات ذات الحجم 250 cm^3 فان الحجم الكلي يقسم الى مجالين كل مجال 125 cm^3 . لمجال القراءة من $(125 - 0)$ حيث المتوسط الحسابي يساوي تقريراً ٢٦ ويوافق مجال القراءة من $(250 - 125)$. ومتوسط الحسابي يساوي تقريراً ١٨٧ ، أو بالأحرى يواافق المتوسط الحسابي لقيم حجم الزئبق في المضخة .

تتم عملية المعايرة لكل مجال على حدة . أما عند المضخات ذات الحجم الكبير فان الحجم الكلي يقسم الى مجالات ذات حجم 100 cm^3 ويتم التعبيير عند متوسط كل مجال .



شكل رقم (٩) : جهاز النظام الهيدروليكي لقياسات ال P.V.T

- ١ - مضخة حجمية
- ٢ - مانيometer
- ٣ - خلية ال P.V.T

بعد اخراج كمية من الزئبق الى خزان الزئبق ، بحيث تكون القراءة على المضخة متساوية 62 cm^3 (للمجال الحجمي الأول)، يغلق صمام خزان الزئبق وبواسطة المضخة يرفع الضغط في النظام الهيدروليكي الى الضغط الأعظمي الذي سنعمل عليه وليكن مثلا (at 300) . بعد الوصول الى التوازن في الضغط يفتح ببطء صمام التصريف الحر الكائن على المانيفولد . يؤخذ الزئبق الذي يخرج حتى هبوط الضغط الى الضغط الجوي في كأس مدرجة ويوزن وتسجل درجة حرارة المخبر ، عندئذ يحسب بواسطة كثافة الزئبق عند درجة حرارة المخبر حجم الزئبق الخارج تعاد العملية خمس مرات على الأقل أو بالأحرى حتى تصل الى خمسة حجوم مقاسة ، لا تتوافق مع بعضها بخطأ نسبي لا يتعدى ١٪ .

عندئذ تحسب القيمة الوسطية للحجم المقاس ، هذا الحجم يساوي التغير الكلي للحجم في النظام الهيدروليكي لدى تغيير الضغط من الضغط الأعظمي حتى الضغط الجوي .

علاقة تغيير حجم النظام الهيدروليكي بالضغط هي عمليا خطية لمجال الضغط من (0 - 400 at) عندها فان تغيير الحجم عند الهبوط الأعظمي للضغط أو عند الارتفاع الأعظمي للضغط $\Delta P = 300 \text{ at}$ يساوي $\Delta V_{hs} = \text{Const}$ ، والتغيير لواحد ضغط جوي يساوي $300 / \Delta V_{hs}$ وتمثل القيمة التصحيحية للحجم بسبب انفلاط النظام الهيدروليكي لواحد ضغط جوي . تجدول عادة القيم التصحيحية المحسوبة لفرق الضغط (at 10) من المعادلة التالية :

$$C_{hs} = \frac{\Delta V_{hs}}{300} = (300 - P_i) \quad (9-1)$$

حيث أن :

$$P_i = 10, 20, 30, \dots, 300 \text{ at}$$

بحيث تصبح C_{hs} عند الضغط 300 at مساوية الصفر .

ان ما ذكر أعلاه يصلح تماماً للمجال الحجمي الثاني للقراءة

$$\cdot (125 - 250 \text{ cm}^3)$$

للتعديل السريع ولإجراء التحقق (كونترول) من تعديل النظام الهيدروليكي يمكننا تطبيق الطريقة التالية :

آ - يغلق صمام خزان الرئيق والصمام السفلي لخلية الـ P.V.T ويرفع الضغط في النظام الهيدروليكي إلى القيمة الأعظمية وهي (300 at) بخطوات كل خطوة (50 at) .

ب - بعد كل عملية رفع للضغط تجرى عملية التوازن للضغط وتسجل القراءة على المضخة ودرجة حرارة المخبر .

ج - يحسب الفرق الكلي للقراءة في المضخة ابتداء من القراءة عند الضغط (300 at) ويعين التغير الحجمي للنظام الهيدروليكي وذلك

بضرب القيم الكلية لفرق القراءة على المضخة بعامل المضخة FT .

د - تعاد هذه العملية للمجال الحجمي الثاني .

٦ - ١ - نتائج المعايرة :

تم اجراء المعايرة والتوصل الى الجدول رقم (٥) الذي يبين القيم التصحيحية للحجم بسبب انضغاط النظام الهيدروليكي (التفير الحجمي للنظام الهيدروليكي كتابع للضغط) ، وذلك للمجالين الأول والثاني :

$$V_1 = 62 \quad \text{---} \quad 0 \quad \text{---} \quad 125 \quad \text{المجال الأول :}$$

$$G = 78.8 \text{ gr} \quad ١ - \text{وزن البيشر الفارغ}$$

$$G_{a1} = 121.43 \text{ gr} \quad ٢ - \text{وزن البيشر مع الزئبق}$$

$$G_{m1} = 42.63 \text{ gr} \quad ٣ - \text{وزن الزئبق}$$

$$t_1 = 19 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ٤ - \text{درجة حرارة المخبر}$$

٥ - كثافة الزئبق عند درجة حرارة المخبر :

$$\rho_{19} = 13.5486 \text{ gr / cm}^3$$

$$V_{hs} = 3.1465 \text{ cm}^3 \quad ٦ - \text{حجم الزئبق}$$

المجال الثاني :

$$V_2 = 187 \quad \text{---} \quad 125 \quad \text{---} \quad 250$$

$$G_{a2} = 117.35 \text{ gr} \quad ١ - \text{وزن البيشر مع الزئبق}$$

$$G_{m2} = 38.55 \quad ٢ - \text{وزن الزئبق}$$

$$t_2 = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad ٣ - \text{درجة حرارة المخبر}$$

٤ - كثافة الزئبق عند درجة حرارة المخبر :

$$\rho_{20} = 13.5461 \text{ gr / cm}^3$$

٥ - حجم الزئبـق :

$$V_{hs_2} = 2.8458 \text{ cm}^3$$

| P_i | CHS ₁ | CHS ₂ | P_i | CHS ₁ | CHS ₂ | P_i | CHS ₁ | CHS ₂ |
|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
| 300 | 0,00 | 0,00 | 200 | 1,02 | 0,95 | 100 | 2,05 | 1,90 |
| 290 | 0,10 | 0,09 | 190 | 1,13 | 1,04 | 90 | 2,15 | 1,99 |
| 280 | 0,20 | 0,19 | 180 | 1,23 | 1,14 | 80 | 2,25 | 2,09 |
| 270 | 0,31 | 0,29 | 170 | 1,33 | 1,23 | 70 | 2,36 | 2,18 |
| 260 | 0,41 | 0,38 | 160 | 1,43 | 1,33 | 60 | 2,46 | 2,28 |
| 250 | 0,51 | 0,47 | 150 | 1,54 | 1,42 | 50 | 2,56 | 2,37 |
| 240 | 0,61 | 0,57 | 140 | 1,64 | 1,52 | 40 | 2,66 | 2,47 |
| 230 | 0,72 | 0,66 | 130 | 1,74 | 1,61 | 30 | 2,77 | 2,56 |
| 220 | 0,82 | 0,76 | 120 | 1,84 | 1,71 | 20 | 2,87 | 2,66 |
| 210 | 0,92 | 0,85 | 110 | 1,95 | 1,80 | 10 | 2,97 | 2,75 |
| | | | | | 0 | 3,07 | 2,85 | |

جدول رقم (٥) : القيم التصحيحية المحسوبة لفرق الضغط (at) (10)

٧ - التعبيير الحجمي لأجهزة مقياس حجم الغاز :

قبل البدء بعملية التعبيير لسحاخات الغاز المدرجة وأجهزة قياس الغاز ، من الضروري تنظيفها جيداً ، ومن ثم نتبع ما يلي :

آ - نملأ سحاخات الغاز حتى التدريجة العلوية لها بالمياه المقطرة أو الزئبق ، ويفرغ السائل على مراحل ، كل مرحلة 10 cm^3 (تقرأ على السحاحة) وذلك في كأس مدرجة .

تسجل القراءة على السحاحة ، وزن السائل ودرجة الحرارة لغرفة يحسب حجم السائل بتقسيم وزنه على كثافته عند درجة حرارة الغرفة وينقل إلى جدول على النحو التالي :

الحجم المقصود - الحجم الحقيقي . باستخدام هذه المتنبّيات يرسـ منحني التعبيير .

ب - تملأ أجهزة قياس الغاز بالماء وتفحص من حيث التسرب حسب طريقة استعمالها . بعد ذلك توصل بسحاحة غاربة تم تعبييرها سابقاً .

اعتماداً على الحجم المعروف للماء ، وهو السائل المعزول في السحاحة ينفخ غاز (هواء) خلال مقياس الغاز ، وتسجل القراءة على مقياس الغاز قبل وبعد افلات الغاز .

تعاد هذه العملية خمس مرات على الأقل ثم تجمع قيم عامل الحجم الحقيقي (على السحاحة) والحجم المقصود على مقياس الغاز وتحسب القيمة الوسطية لهما .

بهذه الطريقة يتم الحصول على العامل الذي يجب أن نضرب به
جميع الأحجام المقروءة على مقياس الغاز كي نحصل على الحجم الحقيقي .

٩ - جهاز قياس الزوجة عند الضغط العالي :

هو جهاز لقياس لزوجة العينات النفطية الباطنية والسطحية عند ضغوط ودرجات حرارة مرتفعة، ويتألف الجهاز من :

- ١ - مسخن كهربائي يساعد على اجراء التجربة في حرارة مرتفعة، كما تتجلى فائدته في اجراء التجربة دون وضع العينة في حمام زيتى أو مائى .
- ٢ - قاعدة أفقية مزودة بفقاعة تسوية، يثبت الجهاز عليها .
- ٣ - ملف كهربائي لمسك الكرة الفولاذية مغناطيسيا عند وصل التيار ولدى قطع التيار عن الملف تهبط الكرة هبوطا حرا، علماً أن الساعة الزمنية تقوم في نفس الوقت بتسجيل زمن مرور الكرة في الأنابيب المعدني لحين وصولها الى أسفل الأنابيب حيث تتوقف الساعة الزمنية عن التسجيل .

٩ - معلومات التشغيل :

يتتألف الجهاز من مجموعة قياس الزوجة، وعلبة التحكم بدرجات الحرارة الحاوية على الساعة الميكاتية، أما مجموعة الجهاز فتتألف من حامل ثبت عليه اسطوانات فولاذية تتحمل الضغط المرتفع . يبلغ قطر الأنابيب الذي تتدحرج داخله الكرة الفولاذية $\frac{1}{4}$ بوصة حيث يمكن إغلاق هذا الأنابيب بواسطة صمام، يعزل الأنابيب الذي تتحرك داخله الكرة ضمن السائل المراد قياس لزوجته عن بقية أجزاء الجهاز، أما عندما يترك الصمام المذكور مفتوحا، فإن الأنابيب سيكون موصولا ببقية أجزاء الجهاز من الداخل وذلك أثناء القيام بعملية توازن الضغط

والحرارة في الجهاز ، كذلك يمكن التحكم بدرجة ميلانه عن المستوي الأفقي بواسطة أصبع معدنية ، تساعد على تثبيته عند درجات الميلان التالية : 23° و 45° و 70°

أما فتحة ادخال العينة الى الجهاز وفتحة اخراجها فتقعان في أدنى نقطة من نهايته .

عندما يكون الجهاز في وضعية التشغيل فان علبة التحكم تكون متصلة مع أجزاء الجهاز المختلفة ، بواسطة أسلاك توصيل . تحوي علبة التحكم على ثلاثة مصابيح للإشارة الى عمل الجهاز حيث يدل الفوئ البرتقالي على أن الكرة مثبتة مغناطيسيا بواسطة اللولب الكهربائي أما المصباح الأخضر فيدل على أن الكرة بحالة تدرج في الأنابيب . والمصباح الأحمر يدل على وضعية التلامس مع طرف الأنابيب السفلي ، أما مفتاح التشغيل (On) والتوقف (OFF) فيغذي الجهاز بالتيار الرئيسي . ان مفتاح التثبيت (Hold) أو التحرك (Roll) متصل مع اللولب الكهربائي . تكون مجموعة التسخين معزولة عن حجرة الفغط وهي تحيط بها بحيث تتوزع الحرارة على كامل الأنابيب كما تستخدم معدلة كهربائية للتحكم بدرجة حرارة العينة في الجهاز عند الدرجة المطلوبة . يتم وصل خلية الـ P.V.T الحاوية على العينة مع جهاز قياس اللزوجة وبعد التفريغ الجيد له ، تدخل العينة الى الجهاز ويراقب ضغط التوازن على المقياس المتصل مع الخلية والمضخة من جهة وجهاز قياس اللزوجة من جهة أخرى ، يراعى أن تكون درجة الحرارة في الجهاز ثابتة عند

الدرجة المطلوبة . بعد نقل العينة الى الجهاز وتشبيت درجة الحرارة عند الدرجة المطلوبة ، تثبت الكرة في القسم العلوي من أنبوب القياس بواسطة اللولب الكهربائي الممغنط وذلك بتحريك الجهاز حول محوره الى الأسفل ووضع المفتاح على الوضعية (hold) حيث يضيء المصباح البرتقالي على لوحة تحكم ثم يعاد الجهاز الى موقع التشغيل . تمر الساعة الزمنية بتدوير مفتاح مركزها علماً أن الكرة مشتبطة مغناطيسيًا في أعلى أنبوب القياس حيث يوضع المفتاح على الوضعية (Roll) فتحرر الكرة ويضاء المصباح الأخضر ، وينطفئ الضوء الداكن على الوضعية (hold) وعندما تصل الكرة الى نهاية الأنبوب تتوقف الساعة الزمنية ويصدر عن الجهاز صوت إنذار عندها يختفي الضوء الأخضر (Roll) ويظهر الضوء الأحمر .

لمعاييرة جهاز قياس الزوجة ، يملأ الجهاز بمربيح من الراتنج المعدني والكيروسين بنسب مختلفة تعين الزوجة في أحجزة قياس الزوجة العيارية ، وتتم هذه المعايرة في الضغط الجوي العادي .

٩ - ٢ - ملاحظات تتعلق بالتشغيل :

١ - لقد لوحظ تجريبياً أن البروز الحاد في مجموعة التماس السفلي هي أفضل من أشكال التماس الأخرى ، لذا يجب حماية هذا البروز من التخريب ، بحيث لا يسمح للكرة بالهبوط بحرية في حالة غياب الماء من الغرفة ، وعلى الرغم من أن هذا البروز مصنوع من مادة قاسية ، الا أن التلامس المتكرر والاصطدام مع الكرة يجعل

هذا البروز غير بارز .

- ٢ - في حالة اختبار التماس يكفي عزل مجموعة التماس في نقطتين
التماس بقطعة من الورق ثم امالة الجهاز (المملوء بالزيست
الخفيف والخالي من المهاو) الى الأمام والى الخلف .
- ٣ - يمكن اختبار حساسية مجموعة التماس بوصول الشريط الكهربائي
المؤدي الى مجموعة التماس السفلي مع العلاف الخارجي وينبغي أن
تعمل الدارة حالما يمس هذا الشريط للغلاف الخارجي .

والتماس الخطى القصير يتم سرقة بسببه للشريط على الغلاف
الخارجي ، فإذا لم تعمل الدارة أثناءها أو أضيء المصباح
الأخضر الذي يدل على وضعية المهوط (Roll) ففي مثل هذه
الحالة ينبغي ابدال مجموعة التماس هذه ، وإذا أضاء المصباح
الأحمر فان المشكلة تبقى نفسها .

- ٤ - للتأكد من أن الكرة على اتصال مع صمام الاغلاق ، عندما يكون
الأنبوب مملوءاً بالسائل اتبع مايلي :

ضع المفتاح على الوضعية (hold) املأ الجهاز بحيث تصبح
ذرotope في الأسفل كما لو كنت تريد القيام بقياسات روتينية
وبافتراض أن الكرة مثبتة الكترومغناطيسياً ضع المفتاح على
الوضعية (Roll) وفي مدة من ٤ - ٥ ثوان يجب أن تعود
الكرة الى المبدأ ، حيث أن اللولب المغناطيسي مشحون فان الكرة
سوف تتآثر بالحقن المغناطيسي ويسمع صوت طرق خفيف . في حالة
استخدام ماءع (ثقيل) فالصوت يمكن سماعه بوضع قضيب معدني

قصير على تماس مع الغلاف الخارجي وطرفه الآخر إلى الأذن أو يوضع بين الأسنان .

٥ - ينبغي أن تكون الكرة والأنبوب والغرفة خالية من المعلقات والبقايا لذا يلزم تصفيية العينة قبل دخولها الى الجهاز بواسطة مصفاة خاصة بالجهاز .

٦ - بما أن العينة تمتزج جيداً بـ ماء الجهاز إلى الأمام والخلف
لذا يترك الجهاز لزمن كاف بعد المزج وذلك لطرد الفقاعات
الغازية من أنبوب القياس ، وعلى وجه الخصوص عند قياس لزوجة
المواقع الثقيلة ، فالفقاعات الهوائية تمنع الكرة من السقوط
الحر ، كما أن التوتر السطحي للزيت يمنع مرور الكرة بين الأنابيب
والفقاعة ، لأن الفقاعة في هذه الحالة تخفف وزن الكرة وتزيد من
السقوط أو تمنع الاتصال الكهربائي .

- هناك تفاضل صغير في الضغط بين العينة في الأنابيب والمائع في الحجرة المجاورة لذا يجب اغلاق صمام احكام الأنابيب جيداً، بصورة مماثلة لصمامات الضغط ، كما أن زيادة الشد على صمام احكام الأنابيب سوف يشوه القياس في الأنابيب ويعطي نتائج خطأة ، وعند تطبيق ضغط مرتفع ، يجب شد صمام احكام الأنابيب بصورة أكثر نسبياً ومن المقترن فنياً حساب عدد الدورات اللازمة لاغلاق الصمام اعتباراً من عملية الفتح الكاملة وحتى الاغلاق الكامل في الضغط الجوي الطبيعي .

٨ - لما كانت هناك موائع المعايرة هي خلائط هيدروكربونية مثل

الهكسان والكيروسين وزيوت التشحيم ، فان هذه الخلائط تعاير لزوجتها بواسطة أجهزة قياس الزوجة القياسية وينبغي معايرة الجهاز دوريا وذلك للتأكد من عدم وجود تغير في عملية المعايرة .

٩ - ٣ - وصف الجهاز :

لقد صمم الجهاز لقياس لزوجة السوائل الطبقية النفطية ، عند ضغوط عالية تصل تقريراً إلى (700 at) وحرارة يمكن أن تصل (130 ° C) وهو يعتمد على قياس الزمن الذي تستغرقه كرة فولاذية تتدحرج في أنبوب ويمكن قياس هذا الزمن آلياً كما ويمكننا قياس الزوجة المنخفضة التي تتراوح بين (1 - 5 Cpo) أو أكثر وبدقة تصل إلى 0,1 % سعة الجهاز حوالي 70 cm^3 من السائل النفطي وقد تكفي كمية صغيرة منه تصل إلى حوالي 20 cm^3 خاصة في الآبار التي تزيد فيها نسبة الغاز عن النفط .

يستخدم الجهاز على نطاق واسع في شركات النفط ، حيث تقتضي لزوجة المواقع عند الشروط الطبقية من الضغط والحرارة .

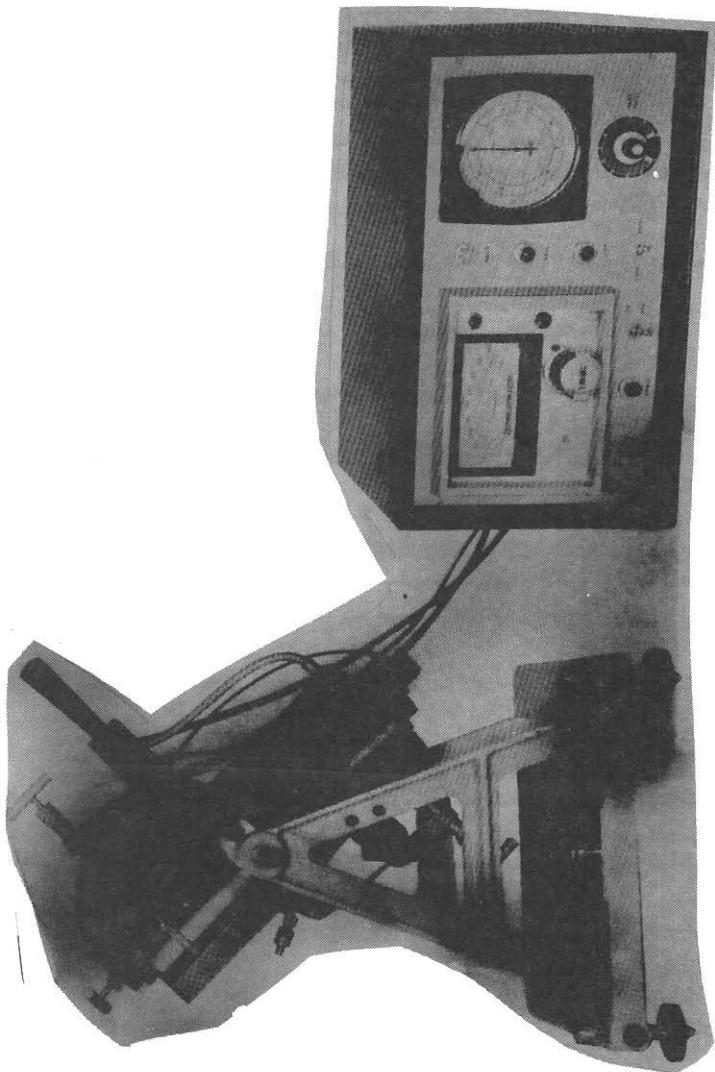
الشكل رقم (١٧) يوضح جهاز قياس الزوجة .

يتتألف جهاز قياس الزوجة من مجموعتين هما مجموعة اختبار قياس الزوجة والأخرى مجموعة التحكم . تتصل هاتان المجموعتان مع بعضهما بخطوط كهربائية . فيها شرارات استقطابية مربوطة عن المرسل والمستقبل . أما مجموعة التحكم المساعدة فتتألف من عداد زمني والدارة الكهربائية . بالإضافة إلى الاشارات الفوئية ، التي تدل

على مكان الكرة في مجموعة اختبار قياس المزوجة .

يوجد على قائمة مقياس المزوجة مساند تسمح للجهاز بالتوقف المائل بزوايا مختلفة هي 23° و 45° و 70° وللقاعدة براغي تسوية نقطة استواء ، بحيث يثبت الجهاز على قاعدة مستوية .

شكل رقم (١٧) : منظر عام لجهاز قياس الزوجة .



الشكل رقم (١٨) يوضح أجزاء الجهاز .

يوضح الشكل التالي الغلاف العازل للقسم الداخلي ومدخل العين
ومخرجها وكذلك مغلaci الاسطوانة الداخلية ، المغلac العلوi محاط
بالملف الكهربائي وفيه مجموعة اغلاق الأنابيب ، أما الاغلاق السفلي
فيحوي على مجموعة التماس التي تحوي بدورها على ابرة التماس .

أما أنبوب القياس الذي تتدحرج فيه الكرة فيقع داخل الاسطوانة
الداخلية وهو محمول على عنقين في اسطوانة الضغط . لدى قياس الزمن
(وضعية القياس) فينبغي أن يكون في القسم العلوi من أنبوب القياس
وهكذا يكون الأنبوب مغلق من كلا نهايتيه والسائل في داخله قيد
القياس . ان اغلاق الأنبوب لا يؤثر على حجم السائل المدروس في
الاسطوانة ويحافظ على ضغط ثابت فيها حتى يطبق ضغطا جديدا على
العينة المدرosa .

تتألف مجموعة التسخين من ملف تسخين كهربائي يحيط باسطوانة
الضغط ، حيث يتصل ملف التسخين الكهربائي مع المعدلة لتفعيل الكمونون
المطبق على حرارة التسخين الذي يتصل بقابل كهربائي ، والأخير متصل
بدوره مع قرص تحكيم مدرج لتعيين الحرارة المطلوبة .

يتم التسخين بتدوير مفتاح التسخين على الوضعية العظمى وفتح
(heat) على وضعية التشغيل (on) وعندما تصل حرارة الجهاز الى
الحرارة المطلوبة ، يخفف مفتاح التغذية الحرارية حتى يحصل توازن في

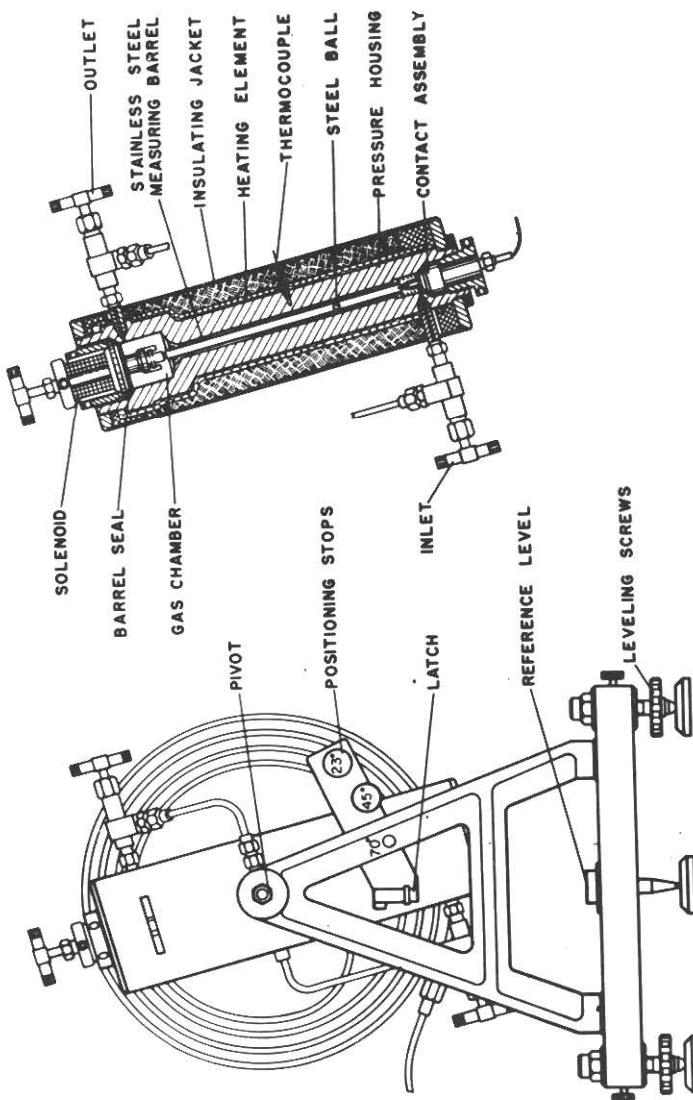
الذبذبة الحرارية فيحصل انطفاء اضاءة متوازنين ، كما يظهر ذلك على الفوء الخاص بالتحكم الحراري .

بعد املاء جهاز قياس الزوجة بالسائل المختبر والوصول الى درجة الحرارة المطلوبة تحرك الاسطوانة من ساعدها ، مع ترك صمام الاغلاق للانبوب مفتوحا وتدحرج الكرة في الأنابيب ، يحرك السائل ويساعد على التوازن الحراري والتوزيع المنتظم للفغط . نفع الاسطوانة في موقعها المعاكس ، بحيث تكون الكرة مستقرة على احكام الأنابيب ويوضع المفتاح على الوضعية (Hold) ويغلق صمام الاغلاق .

في هذه الحالة يشحن الملف الكهربائي بالطاقة وتبقى الكرة في القسم العلوي من الأنابيب وعندما تكون الاسطوانة جاهزة للقياس يوضع المفتاح على الوضعية (R011) وتقطع آنيا دائرة الملف المغناطيسي وتتحرك الكرة ويعمل مباشرة عداد الزمن ويطلق الجهاز صوت انذار .

ان زمن تدحرج الكرة في الأنابيب تابع الى لزوجة النفط فيه حيث وباستخدام سائل معروف لزوجة والكتافة يرسم منحنى معايرة الجهاز ومن هذا المنحنى يمكن تحديد لزوجة المائع .

شكل رقم (١٨) : يوضح أجزاء جهاز قياس اللزوجة .



٩ - ٤ - معايرة جهاز قياس الزوجة :

تتم معايرة الجهاز على النحو التالي :

- ١ - يفرغ الجهاز من الهواء بواسطة مضخة تفريغ مناسبة، ويتم
بزيت معدني معروفة لزوجته .
- ٢ - تشغيل الجهاز وترفع درجة حرارته حتى الدرجة (١٠٠°C) ويتم
التحكم بها بواسطة منظم حرارة الى أن يحصل التوازن الحراري .
- ٣ - نقل الجهاز (اسطوانة) بحيث يصبح قسمه العلوي في الأسفل كـ
نسمح للكرة الفولاذية بالوصول الى قمة الأنابيب ومسكها مغناطيسيـا
ويكون المفتاح على الوضعية (Hold) .
- ٤ - بعد ذلك نعيـد الجهاز الى وضعـيـته الأصلـيـة ثم نفعـ المـفـتـاحـ عـلـىـ
الـوضـعـيـةـ (Roll) فـتسـقطـ الـكـرـةـ وـبـنـفـسـ الـوقـتـ عـنـدـ وـصـولـ الـكـرـةـ
أـسـفـلـ الجـهـازـ فـانـهـ يـصـدرـ صـوتـانـذـارـ،ـعـنـدـهاـ نـفـعـ المـفـتـاحـ عـلـىـ
الـوضـعـيـةـ (Hold) وـنـأـخـذـ قـرـاءـةـ الزـمـنـ .
- ٥ - تـعـادـ الـعـلـمـيـةـ خـمـسـ مـرـاتـ عـلـىـ الـأـقـلـ .
- ٦ - نـحـسـ كـثـافـةـ الـزـيـتـ وـالـكـرـةـ بـالـطـرـيـقـ الحـاسـبـيـةـ المعـرـوـفـةـ .
- ٧ - يتم حساب ثابت الجهاز (C) من العلاقة التالية :

$$\mu = (\rho_F - \rho_L) \cdot t \cdot C \quad (a)$$

حيث أن :

μ - لزوجة الزيت (C.p) .

ρ_F و ρ_L - كثافة الزيت والكرة على التوالي (gr / cm³)

• (Sec) - زمن اسقوط الكرة t

٥ - ثابت الجهاز

ومنه فان :

$$C = \frac{\mu}{(\rho_F - \rho_L) \cdot t} \quad (b)$$

٩-٥-نتائج المعايرة :

أجريت القياسات لنوعين من الزيت ، زيت خفيف اللزوجة والآخر

متوسط اللزوجة وكانت النتائج على الشكل التالي (علما أن درجة

$$\text{الحرارة} = 100^{\circ}\text{C}$$

١ - زيت خفيف اللزوجة عند درجة الحرارة $\mu = 25,19 \text{ cp}^0_{40}$

$$\mu = 4,32 \text{ cp}^0_{100} = \dots =$$

$$\rho_F = \frac{G_F}{V_F} \quad (\rho_F \text{ كثافة الكرة})$$

حيث أن :

$$G_F - V_F \quad - \text{حجم الكرة وزنها على التوالي .}$$

$$G_F = 1,0243 \text{ gr}$$

$$V_F = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (r = 0,3175 \text{ cm})$$

$$V_F = 0,1340 \text{ cm}^3$$

$$\rho_F = 7,6441 \text{ gr / cm}^3 \quad \text{وبذلك :}$$

أما كثافة الزيت فتساوي :

$\rho_L = 0,8541 \text{ gr / cm}^3$ عند درجة الحرارة (40°)

$\rho_L = 0,8145 \text{ gr / cm}^3$ عند درجة الحرارة (100°)

الجدول رقم (12) يوضح نتائج المعايرة .

| درجة الحرارة C° | زمن سقوط الكرة (t) بالثانية | | | متوسط زمن سقوط الكرة (t) بالثانية |
|-----------------|-----------------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|
| | t ₁ | t ₂ | t ₃ | |
| 40 | 211,8 | 211,4 | 211,3 | 211,5 |
| 100 | 36,1 | 36,1 | 36,0 | 36,06 |

الجدول رقم (12)

يحسب الثابت C° بعد الحصول على الجدول رقم (12) على النحو

التالي :

$$C_1 = \frac{25,19}{(7,6441 - 0,8541) 211,5} \quad (1)$$

$$= 0,01754$$

$$C_2 = \frac{4,32}{(7,6431 - 0,8145) 36,06} \quad (2)$$

$$= 0,01754$$

وبذلك تكون قد توصلنا الى ثابت الجهاز المساوي :

$$C = 0,01754$$

وبالتالي السى معادلة المعايرة التالية :

$$\mu = (7,6441 - 0,01754 \cdot t)$$

وهذه المعادلة تعتمد في القياسات الحقلية .

الفصل الثاني

تحضير العينات النفطية لقياسات P.V.T

يمكننا تقسيم العينات التي تجلب للمخبر الى ثلاثة مجموعات :

١ - العينات الباطنية .

٢ - عينات السوائل المفصولة والغاز .

٣ - النفط الميت والغاز .

تستعمل العينات للمجموعتين الثانية والثالثة لتحضيرها في

المخبر .

١ - العينات الباطنية :

١ - ١ - نقل العينات الباطنية من جهاز أخذ العينات الى الاسطوانة المخبرية

عندما تصل العينات الباطنية الى المخبر بواسطة جهاز أخذ

العينات الباطنية يتم نقلها الى الاسطوانات المخبرية المعدة لذلك

بالطريقة التالية (انظر الشكل ١٩) :

١ - تنزع الأغطية من أطراف أخذ العينة ومن ثم تفحص المصمامات

للتتأكد من عدم تهريبها .

٢ - تربط وصلات الارجاع (٢ و ٥) وأخذ العينة بالوضع الطبيعي على

النحو التالي :

نصل الجزء السفلي للإخراج بواسطة أنبوب ذي ضغط عالٍ مع
الصمام الحر على المانيفولد .

٣ - تفتح صمامات الإخراج (٣ و ٤) وتفرغ من خلال الصمام (٣) . بعد التفريغ يغلق الصمام (٢) ويفتح صمام خزان الرئيق وكذلك الصمام (١٢) الكائن على المانيفولد، بحيث يمتلك الجزء السفلي المعد للإخراج بالرئيق .

٤ - تفرغ الاسطوانة المخبرية (٨) وتملأ بالرئيق . يوصل الصمام السفلي للاسطوانة (١٠) بواسطة أنبوب ذي ضغط عالٍ بالصمام الحر (١١) للمانيفولد . يجب أن يكون حجم الاسطوانة مساوياً 200 cm^3 تقريباً وأكثر من حجم آخذ العينة حيث يوصل الصمام العلوي للاسطوانة (٩) بواسطة أنبوب للفحص العالي مع الصمام (٧) وهو الجزء العلوي للإخراج من آخذ العينة . يفرغ هذا الجزء من خلال الصمام (٦) ويملاً الأنبوب بالرئيق من الاسطوانة .

٥ - تغلق الصمامات العلوية لجزء الإخراج والاسطوانة .

٦ - يضغط بواسطة المضخة رئيقاً في الجزء السفلي للإخراج، ثم يدون الضغط في آخذ العينة على مقاييس الضغط (عندما يفتح آخذ العينة تزال فوراً الزيادة بالضغط ويبقى الضغط ثابتاً أو يقل لعدة ضغوط جوية . إن الرئيق الذي سيتحقق فيما بعد سيؤدي إلى زيادة صغيرة في الضغط ، ويسجل هذا الضغط .

في حالة تمكناً من تسخين آخذ العينة ، فإن الضغط في آخذ العينة عند درجة الحرارة الطبيعية يجب أن يتفق مع الضغط المقاس عند

العمق الذي أخذت منه العينة وبهذه الطريقة تفحص ملاحية العينة أيضاً.

٧ - عندما تنقل العينة عند درجة حرارة الغرفة، ستتشكل قبعة غازية في آخذ العينة أغلب الأحيان ومن المفضل عندها، تحديد كمية السائل التقريرية كما يلي :

٦ - يسلح الضغط في آخذ العينة (P_1) .

٧ - يرفع الضغط في آخذ العينة بواسطة المضخة الى قيمة مختارة (P_2)

حيث ($P_2 > P_1$) .

٨ - من حجم آخذ العينة المعروف (V_u) يمكن تحديد حجم النفط في آخذ العينة بالعلاقة :

$$V_o = \frac{P_1 (V_u - V_{Hg}) - P_1 V_u}{P_2 - P_1} \quad (1-2)$$

حيث أن :

V_o - حجم النفط في آخذ العينة (cm^3) .

V_{Hg} - حجم الزئبق المحقون والمقياس على المضخة (cm^3) .

V_u - حجم آخذ العينة (cm^3) .

P_1 - الضغط البدائي في آخذ العينة (at).

P_2 - الضغط في آخذ العينة بعد حقن الزئبق (at).

إذا كان حجم النفط يساوي (10 - 20 %) من حجم آخذ العينة

فإن أخذ العينة غير صحيح وبالتالي يجب رمي العينة .

٨ - إذا كانت العينة جيدة فانها تنتقل إلى الاسطوانة المخبرية كما هو آت :

آ - يرفع الضغط في الاسطوانة (٨) وفي الأنابيب ذي الضغط العالي الواصل بين الاسطوانة والجزء العلوي للإخراج إلى قيمة الضغط في أخذ العينة مع مراقبة التسرب في النظام (يجب أن يبقى الضغط ثابتًا لمدة (١٥) دقيقة .

ب - يغلق الصمام السفلي للإسطوانة (١٠) ويخفض الضغط في الأنابيب الواصل بين المانيفولد والإسطوانة إلى الضغط الجوي وبعد إغلاق الصمام (١١) على المانيفولد ينزع الأنابيب .

ج - يفتح الصمام (٧) الكائن على الجزء العلوي للإخراج .

د - يحقن خلال الجزء السفلي للإخراج زئبقا في أخذ العينة ، وبينما ذلك وبحذر يفتح الصمام (١٠) الكائن على الإسطوانة ، بحيث يبقى ضغط الإخراج ثابتًا ويؤخذ الزئبقي الخارج من الإسطوانة في وعاء زجاجي .

ه - إن حجم الزئبقي المحقون في أخذ العينة يجب أن يكون أكبر بـ $150 - 100 \text{ cm}^3$ / على الأقل من حجم أخذ العينة .

و - بعد الانتهاء من عملية النقل تعلق الصمامات (٩) و (١٠) ثم يفتح الصمام السفلي لأخذ العينة ويخفض الضغط بواسطة المضخة إلى الضغط الجوي . يغلق الصمام (١٢) على المانيفولد والصمامات (٤ و ٧) على أخذ العينة .

تنزع أنابيب الضغط ويراقب آثار الماء في أنابيب الضغط العالي
التي تصل آخذ العينة بالاسطوانة .

ز - يوصل من جديد الصمام السفلي للاسطوانة (10) مع المانيفولڈ
ويرفع الضغط في الاسطوانة الى قيمة تكون أكبر من الضغط
الطبيعي كي ينحل الغاز .

ح - بعد انحلال الغاز (يجب أن يستقر الضغط مع استمرار عملية
الخض) . تصبح العينة جاهزة لنقلها الى خلية الـ P.V.T.

ط - ينقل من العينة (cm^3 50) تقريراً عند ضغط ثابت على
الفاصل التماسي الموصول مع مقياس الغاز ، ثم يقاس حجم الغاز
والنفط الميت (في ساحة الفاصل) . تعين كثافة النفط الميت
ونسبة احتواه على الماء . (اذا احتوى النفط الميت على كمية
تزيد عن 3 % من الماء فان العينة غير مناسبة للقياس) .

ي - يمكن حساب عامل الغاز (GOR) للنفط من معطيات القياس
بالمعادلة :

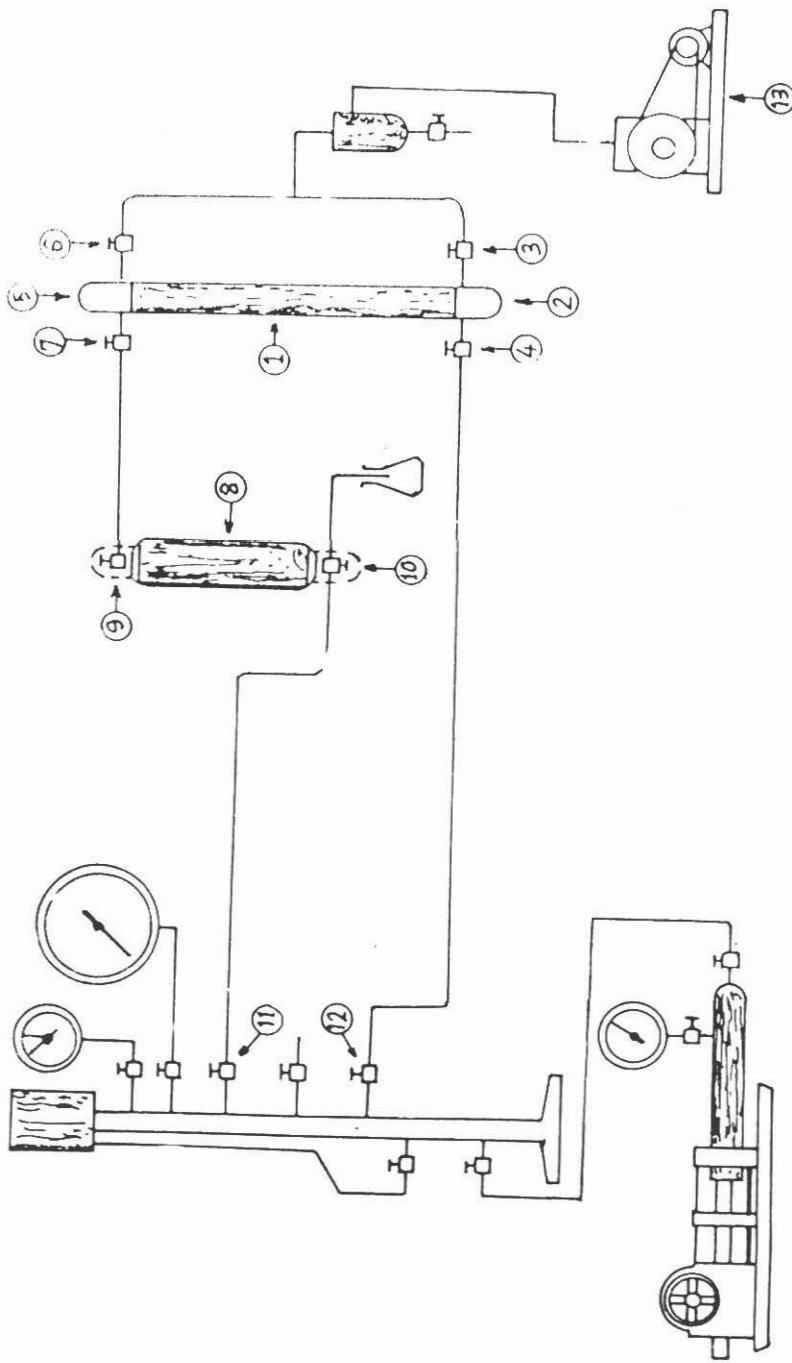
$$R_s = \frac{V_g \cdot T}{288,8 V_R} \quad (2-2)$$

حيث أن :

R_s - عامل الغاز للنفط الميت عند درجة الحرارة
(m^3/m^3) 15,6 $^{\circ}\text{C}$

V_g - حجم الغاز المفصول (cm^3)

V_R - حجم النفط الميت (cm^3)



- ١ - آخذ العينة الباطنية .
 ٢ - مضخة تفريغ .
 ٣ - أجزاء آخذ العينة لنقل العينة .
 ٤ - الاسطوانة المخبرية .
 ٥ - جهاز مخبري للتحقق (كونترول) ونقل العينة الباطنية إلى الأسطوانة المخبرية .
الشكل رقم (١٩) : آخذ العينة إلى الأسطوانة المخبرية . (انظر الفقرة (٣ - ١) من)

٢ - درجة حرارة مقياس الغاز (K^0) .

اذا اتفقت نتائج حساب عامل الغاز بهذه الطريقة مع نتائج حسابه على البئر فان آخذ العينة يعتبر جيدا .

١ - ٢ - نقل العينة الى خلية الـ P.V.T :

يتم نقل العينة من الاسطوانة المخبرية الى خلية الـ P.V.T

بالطريقة التالية . انظر الشكل رقم (٢٠) .

١ - تفرغ خلية الـ P.V.T وتملاً بالزئبق .

٢ - ترك التوصيلات الازمة بين خلية الـ P.V.T والاسطوانة .

٣ - يراقب الصمام العلوي (٢) لخلية الـ P.V.T والصمامات (٤ و ٥) في النظام خشية حدوث التسرب .

٤ - يفتح الصمام (٥) ويفرغ النظام للنقل بواسطة مضخة تفريغ (١٥)

٥ - يغلق الصمام (٥) ويفتح الصمام السفلي (٢) لخلية الـ T.P.V.

والنظام للنقل ثم يملأ الزئبق بواسطة المضخة .

٦ - يرفع الضغط في النظام الى (300 at) مع مراقبة التسرب (يجب أن يثبت الضغط لمدة ١٥ دقيقة على الأقل) .

٧ - يخفض الضغط في النظام الى الضغط الجوي ، ويغلق الصمام العلوي (٢) لخلية الـ P.V.T وتحت الصمامات (٤ و ٦) .

٨ - تغلق الصمامات (٤ و ٦) ويفتح الصمام (٥) ويفرغ نظام النقل (الدفع) مرة ثانية .

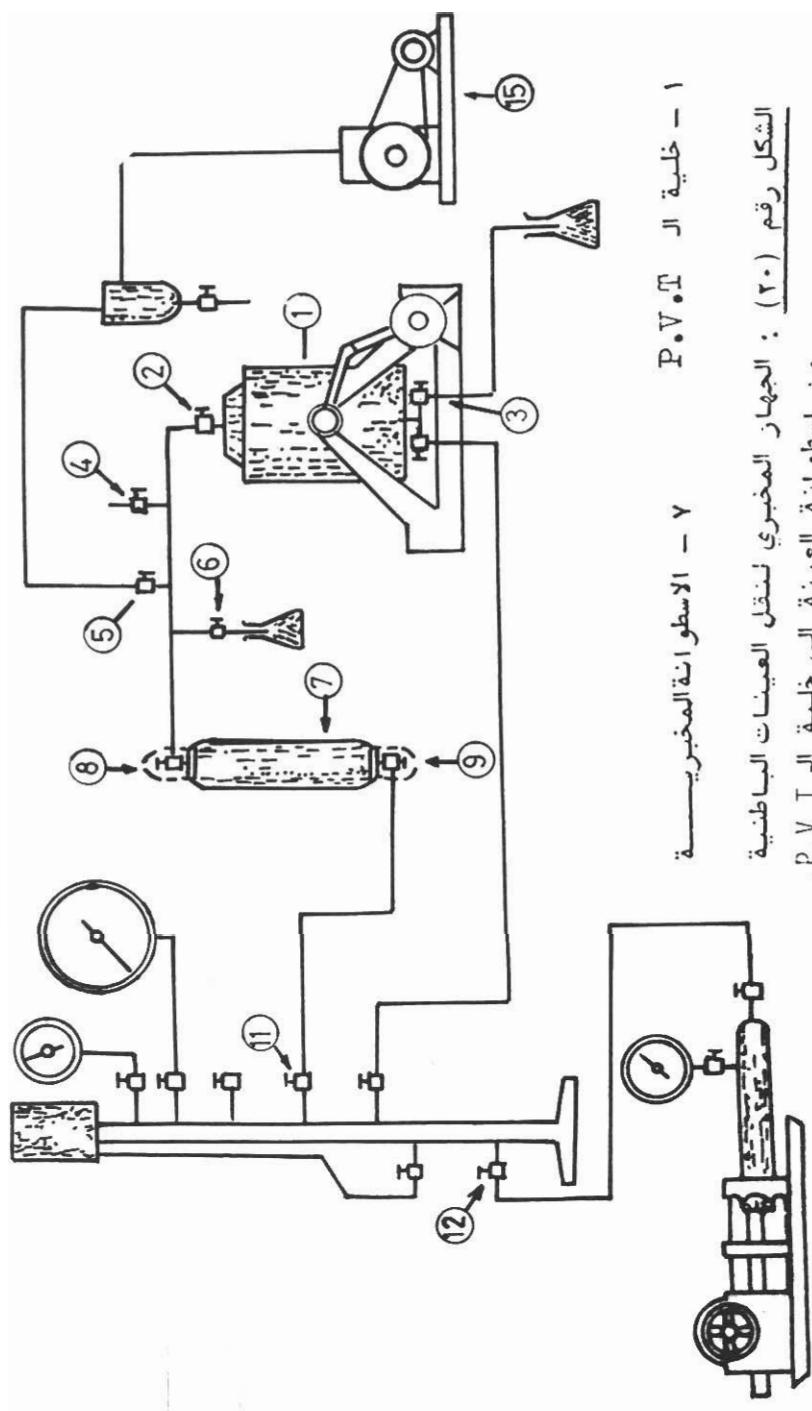
٩ - يغلق الصمام (٥) ويملأ نظام النقل - وهو مفرغ - بالنفط من خلال الصمام (٤) بعد عملية الاملاء يغلق الصمام (٤) .

- ١٠ - يرفع الضغط في النظام الهيدروليكي الى الضغط (300 at) وتفتح الصمامات (٨ و ٩ و ١١) .
- ١١ - يفتح الصمام (٤) بحذر وتنقل عند ضغط ثابت - بواسطة المضخة - كمية من النفط المشبع ، بحيث تمثل تقريراً ثلاثة أضعاف حجم أنابيب النظام للخروج (للنقل) .
- ١٢ - يغلق الصمام (٤) والصمام السفلي لاسطوانة العينة (٩) ويرفع الضغط في الخلية الى الضغط (300 at) . بعد الوصول الى التوازن في الضغط تسجل القراءة على المضخة (OP_1) .
- ١٣ - تفتح الصمامات (٨ و ٩) لاسطوانة الحاوية على العينة والصمام العلوي للخلية (٢) ويراقب الضغط .
- ١٤ - يفتح الصمام السفلي للخلية (٣) بحذر وبينس الوقت يحقن الزئبق في اسطوانة العينة بواسطة المضخة ، يغير الصمام بحيث يبقى الضغط ثابت طوال فترة النقل ، على أن يكون أكبر بحوالى (50 at) من الضغط الطبيعي .
- ١٥ - يحقن في خلية الـ T.P.V. cm^3 بحدود 250 - 100 من العينة ، بعد عملية نقل الكمية المحددة من النفط يغلق الصمام السفلي للخلية وتسجل القراءة على المضخة (OP_2) عند الضغط (300 at) . يحسب الضغط في الخلية من المعادلة :

$$V_0 = (OP_1 - OP_2) FT$$

حيث أن :

$$V_0 = - P.V.T - \text{حجم النفط المشبع في خلية الـ T.P.V.}$$



FT - عامل المضخة عند درجة الحرارة التي نقلت عينتها .

١٦ - يغلق الصمام العلوي (٢) للخلية والصمامات (٨ و ٩) لاسطوانة العينة ، ثم يخفض الضغط في الأنابيب الموصولة بين الاسطوانة والمانيفولد الى الضغط الجوي ، ومن ثم تنزع (تزال) بحرص كذلك يخفض الضغط في الأنابيب بين الاسطوانة والخلية الى الضغط الجوي بواسطة الصمام (٤) وتنزع أيضا بحذر وبذلك فان خلية الـ P.V.T أصبحت جاهزة للقياس .

١٧ - أثناء العمل بالنفط اللزج ذي درجة السيلان الكبيرة فانه لمن الضروري تسخين الاسطوانة ونظام النقل وخلية الـ P.V.T الى درجة حرارة أكبر من درجة سيلان النفط .

٢ - تركيب عينة من النفط والغاز المأخوذين من الفاصل :

لتحفيز مثل هذه العينة تتبع ما يلي :

١ - نرفع الضغط في اسطوانة العينة الحاوية على نفط الفاصل الى قيمة أعلى من قيمة ضغط الفاصل ، نرج الاسطوانة التي تحوي العينة لحل الغاز في حال وجوده حتى ثبات الضغط في اسطوانة العينة ولمدة تزيد على عشر دقائق ، مع الاستمرار في الرج ، وهذا يعني أن النفط أصبح طوراً أحادياً ويمكن نقله الى خلية الـ P.V.T .

٢ - نرافق الضغط في اسطوانة العينة الحاوية على غاز الفاصل .

٣ - يتم وصل الصمام السفلي (٩) لاسطوانة العينة مع الصمام (١١) للمانيفولد وذلك بعد تفريغ الخط الواصل وملئه بالزئبق ،

انظر الشكل (٢٠) .

- ٤ - اعتماداً على الطريقة المدونة في الفقرة (١ - ١) بنند (٨) نجهز النظام للنقل بين اسطوانة العينة وخلية الـ P.V.T بنفط الفاصل .
- ٥ - تملأ خلية الـ T.P بالزئبق وتسخن إلى درجة حرارة الفاصل .
- ٦ - بعد الوصول إلى التوازن الحراري ، يرفع الضغط في خلية الـ P.V.T إلى (300 at) ونسجل كلًا من درجة حرارة الغرفة والخلية إضافة إلى قراءة المضخة (٠P₁) .
- ٧ - اعتماداً على الطريقة المدونة في الفقرة (١ - ٢) ينقل حوالي P.V.T (200 Cm³) من نفط الفاصل عند ضغط الفاصل إلى خلية الـ T .
- ٨ - يزال نظام النفط نرفع الضغط في الخلية إلى (300 at) .
- ٩ - يخفض الضغط في اسطوانة العينة الحاوية على غاز الفاصل ، يتم وصل الصمام العلوي لخلية الـ P.V.T مع اسطوانة العينة الحاوية على غاز الفاصل بواسطة أنبوب الضغط العالي وذلك بعد طرد الهواء من الآخير ببنفسه من غاز الفاصل .
- ١٠ - اعتماداً على كثافة الغاز المعروفة ، نمدد القيمة التقريبية لعامل انضغاط الغاز عند شروط الفاصل باستخدام منحنيات عامل الانضغاط γ بالعلاقة مع الضغط .
- ١١ - اعتماداً على عامل الغاز المعروف Q_S والمقاس على الفاصل تحسب الكمية اللازمة من الغاز الواجب ادخاله إلى خلية الـ P.V.T

بما أن :

$$\frac{P_1 V_1}{Z_1} = \frac{P_0 V_0}{Z_0} \quad (4-2)$$

$Z_0 = 1$ و $P_0 = 1$ عند الشروط (السطحية)

$$P_1 = \frac{Z_1 V_0}{V_1} \quad \text{أو} \quad V_1 = \frac{Z_1 \cdot V_0}{P_1} \quad (5-2) \quad \text{عندئذ}$$

حيث أن :

V_p مكافئ ل V_0 المحسوب من عامل الغاز .

$$R_s = \frac{V_p}{V_n} \quad (6-2)$$

١٢ - تغلق الصمامات العلوية للخلية واسطوانة العينة الحاوية على غاز - الفاصل - ويزال الأنابيب الموصول (يجب تنفيس الغاز من الأنابيب بحذر) .

١٣ - يرفع الضغط في خلية الـ P.V.T الى (300 at) وبمتابعة عملية الرج مع تدوير الخلية (180°) ينحل الغاز في النفط ، وذلك بعد ثبات الضغط في خلية الـ P.V.T ولمدة تزيد على عشر دقائق عندما يمكننا اعتبار أن العينة أصبحت وحيدة الطور ، ثم تسجل القراءة على المضخة (OP_3) .

١٤ - نحسب حجم العينة المركبة بالمعادلة التالية :

$$V_0 = FT (OP_2 - OP_1) + (OP_2 - OP_3) \quad (7-2)$$

حيث أن :

V_0 - حجم العينة في خلية الـ P.V.T عند الضغط (300at) بالـ cm^3 .

FT - عامل المضخة عند درجة حرارة الخلية .

العينة أصبحت جاهزة لقياسات الـ P.V.T .

٣ - تركيب عينة من النفط الميت والغاز :

ليس بالأمكان الوصول الى عينة طبقية مركبة من النفط الميت والغاز ولكن لتحقيق بعض الأهداف (قياس اللزوجة مثلاً) فان هذه العينات تحقق المطلوب .

لتحضير العينة علينا معرفة درجة حرارة الطبقة البدائية وضغط الاشباع ومن ثم يتم تركيب العينة بالطريقة التالية :

١ - تفرغ خلية الـ P.V.T وتملاً بالرئيق ويرفع الضغط الى (300 at) بعد الوصول الى استقرار الضغط ، تسجل درجة حرارة المخبر ونقرأ على المضخة " " OP_1 .

٢ - يخفض الضغط في خلية الـ P.V.T الى الضغط الجوي وذلك لاصافة النفط الميت من خلال الصمام العلوي للخلية باستخدام قمع مناسب .

٣ - يفتح الصمام العلوي وتضاف كمية من النفط الميت حوالي 250 cm^3 (200) وبنفس الوقت يسحب الرئيق من الخلية بواسطة المضخة . بعد الاصافة ينزع القمع ويتحقق الرئيق بواسطة المضخة الى خلية الـ P.V.T حتى يبدأ النفط بالسيلان من فتحة الصمام العلوي .

- ٤ - للنفط العالي اللزوجة يجب تسخين خلية الـ P.V.T الى درجة الحرارة التي ينساب عندها النفط بحرية مع بقاء القمع .
- ٥ - يغلق الصمام العلوي ل الخلية الـ P.V.T ويرفع الضغط الى (300 at) الى أن يستقر الضغط ، ومن ثم تسجل درجة حرارة كل من الغرفة والخلية ، اضافة لقراءة المضخة (OP_2) . يحدد حجم النفط الميت في الخلية من المعادلة .
- ٦ - يراقب الضغط في اسطوانة الغاز ويسجل ، ثم يخفض الضغط في الخلية الـ P.V.T الى ضغط أقل من ضغط الاسطوانة ، ويتم وصل الاسطوانة الحاوية على الغاز بواسطة أنبوب الضغط العالي بخلية الـ P.V.T ، حيث يطرد الهواء منه بمنفحة من غاز الاسطوانة .
- ٧ - تفتح صمامات اسطوانة الغاز ، والصمام العلوي ل الخلية الـ P.V.T ثم تسحب الكمية اللازمة من الغاز التي يجب اضافتها الى الخلية الـ P.V.T وذلك بواسطة العامل (Z) بغية تحقيق عامل الغاز في النظام عند شروط تركيب العينة ، ثم ينقل الغاز الى خلية الـ P.V.T
- ٨ - تغلق صمامات خلية الـ P.V.T واسطوانة الغاز وينزع أنبوب الوصل (بعد تنفيسي الغاز بحذر) .
- ٩ - يرفع الضغط في الخلية الـ P.V.T الى (300 at) ، حيث ينحل الغاز بالنفط بعد رج وتدوير الخلية 180^0 (تعاد هذه العملية حتى يصبح الضغط ثابتا على الأقل لمدة (15) دقيقة . عندئذ يرفع الضغط ثانية في الخلية الى (300 at) وتسجل قراءة المضخة OP_3 .

- ١٠ - تسخن الخلية الى درجة الحرارة الطبقية ، ويحدد ضغط الاشباع (P_b) وذلك بالقياس التماسى لعلاقة $P.V.T$ اذا كان ضغط الاشباع المقاس أقل من الضغط الطبقي ، فانه يلزم اضافة غاز حسب النقط اقل (٦ و ٩) أما اذا كان ضغط الاشباع أكبر من الضغط الطبقي ، فيجب تخفيض الضغط في الخلية الى $P.V.T$ الى الضغط الطبقي . يفتح بحذر شديد الصمام العلوي لخلية $P.V.T$ ويفرغ الغاز الموجود في الخلية عند ضغط ثابت ($P = P_b = \text{Const}$) حتى يظهر النفط ، بعد ذلك تبرد الخلية وتعاد الخطوة المدونة في البند (٩)
- ١١ - يحسب حجم العينة المركبة في الخلية باستخدام المعادلة رقم
- (٧ - ٢)