

دراسة التأثير السلبي للغاز الحر على معامل امتلاء المضخات المعلقة (Beam pump) المستخدمة لإنتاج النفط في حقول الرمبيلان

د.م أدمون سلوم

أ.د.م ديب ديب

ملخص البحث

تعتبر طريقة الإنتاج بالمضخات العمودية المعلقة (Beam pump) الطريقة الأكثر شيوعاً واستخداماً لرفع النفط من الآبار السورية المنتجة، وبما أن فعالية المضخات المعلقة تتأثر بقيمة معامل امتلائها فإنه من الأهمية بمكان دراسة هذا المعامل سيما وأن الإحصائيات الحقلية تشير إلى أن نسبة معتبرة تزيد عن (30 %) من الآبار المنتجة في مديرية حقول الحسكة تعمل بمعامل فعالية قليل لا يتجاوز (0.59)، و بما أن هذا المعامل يتأثر بشكل أساسي بمعامل امتلاء المضخة فإنه من الضروري بمكان تحديد العوامل المؤثرة عليه، والبحث عن الوسائل الأقل كلفة والأكثر فعالية لزيادة قيمته، الأمر الذي يضمن زيادة المردود الاقتصادي لطريقة الإنتاج بالضخ المعلق.

تم في هذا البحث إنجاز دراسة مفصلة لأهم معاملين يؤثران سلبياً على قيمة معامل امتلاء المضخة العمودية المعلقة وهما الغاز الحر والتهریب أو التسريب في الخلوص بين مكبس المضخة وقميصها، كما وضعت الطريقة التي حدد بواسطتها معامل الامتلاء والتي تضمنت الأسس النظرية و الرياضية لمجموعة الخوارزميات اللازمة لإنجاز الحسابات المتعلقة بتحديد قيمة معامل الامتلاء ، ووضع المخطط الخوارزمي و اعتماداً عليه تم وضع برنامج حاسوبي خاص لتحديد قيمة معامل الامتلاء، كتب هذا البرنامج بلغة (Q.Basic)، تلا ذلك تنفيذ البرنامج المذكور عملياً باستخدام مجموعة من المعطيات الأولية الحقلية العائدة لمجموعة من الآبار السورية المنتجة للنفط (25 بئر) والمجهزة بمضخات عمودية معلقة. وبالنتيجة تم الحصول على قيم معامل الامتلاء للمضخات المنزلة في الآبار المدروسة، كما تبين من خلال هذه القيم أن نسبة (60 %) من الآبار المنتجة في مديرية حقول الحسكة تعمل بمعامل امتلاء قليل يتراوح ما بين (0.29-0.59)، الأمر الذي تتم معالجته باستخدام فاصل غاز جوفي يمكن تصنيعه محلياً، ويركب قبل مدخل المضخة المعلقة يتم بواسطته التخلص من التأثير السلبي للغاز الحر في جوف المضخة والذي يتجمع مشكلاً سدادات أو مخدات غازية تشغل حجماً كبيراً من قميصها وهذا ما يؤدي إلى انخفاض قيمة معامل امتلاء المضخة وبالتالي انخفاض معامل فعاليتها. بعد مناقشة النتائج تم التوصل إلى مقترح عملي ألا وهو استخدام فاصل غاز جوفي مشقق قد يكون له دوراً فعالاً في التقليل من التأثير السلبي للغاز الحر على قيمة معامل امتلاء المضخات العمودية المعلقة المستخدمة لإنتاج النفط في الحقول السورية.

دراسة التأثير السلبي للغاز الحر على معامل امتلاء المضخات المعلقة (Beam pump) المستخدمة لإنتاج النفط في حقول الرميلان

هدف البحث: يهدف هذا البحث إلى دراسة العوامل المؤثرة على قيمة معامل امتلاء المضخات المعلقة (Beam pump) واقتراح بعض الحلول الممكنة لتلافي التأثير السلبي للغاز الحر على هذا المعامل.

طريقة البحث: تعتبر طريقة الإنتاج بالمضخات العمودية المعلقة (Beam pump) الطريقة الأكثر شيوعاً واستخداماً لرفع النفط من الآبار السورية المنتجة، وبما أن فعالية المضخات المعلقة تتأثر بقيمة معامل امتلائها فإنه من الأهمية بمكان دراسة هذا المعامل وتحديد مدى التأثير السلبي للغاز الحر والتهرب بين القميص والمكبس على قيمته، والبحث عن الوسائل الأقل كلفة والأكثر فعالية لزيادة قيمته، الأمر الذي يضمن زيادة المردود الاقتصادي لطريقة الإنتاج هذه.

يحدد التأثير السلبي للغاز الحر الموجود ضمن قميص المضخة عن طريق معرفة قيمة معامل امتلائها والذي يعطى بالعلاقة:

$$\beta_{Pi} = \frac{V_{l(Pip)}}{V} \dots\dots\dots(1)$$

$V_{l(Pip)}$: حجم السائل الذي يدخل إلى قميص المضخة من البئر خلال شوط السحب والضغط مساوٍ للضغط عند مدخل المضخة Pip .

V : الحجم الذي يشكله مكبس المضخة خلال شوط السحب (الصعود)

$$V = F_p \cdot S_p \dots\dots\dots(2)$$

F_p : مساحة المقطع العرضي للمكبس.

S_p : طول شوط المكبس خلال الشوط الصاعد.

تستخدم علاقات عديدة لحل المسائل العملية التي تستوجب حساب معامل امتلاء المضخة الجوفية المعلقة. في الوقت الحاضر تعتبر الطريقة الموضوعية من قبل (دونشكين وغلاغوفسكي) الطريقة الأكثر دقة في تحديد ووصف العمليات التي تجري في قميص المضخة الجوفية، وتتضمن هذه الطريقة ست حالات حدية لتغير خصائص المزيج (سائل - غاز) ضمن قميص المضخة الجوفية خلال عملها بالعلاقة مع التتابع أو التسلسل المفترض لعمليات التحولات الطورية وانفصال الأطوار. يحدد معامل الامتلاء في الحالة العامة بالعلاقة التالية:

$$\beta_{pi} = \frac{1 - L_{los}}{1 + R} - \delta_i \dots\dots\dots(3)$$

$$\delta_i = m_{\beta.p} \cdot K_i / (1 + R) \dots\dots\dots(4)$$

$m_{\beta.p}$: نسبة الحجم الميت للمضخة إلى الحجم الذي يشكله المكبس خلال شوط السحب.

K_i : معامل يتعلق بطبيعة أو بخصائص التحولات الطورية وعمليات انفصال الغاز.

الحالة الأولى ($i=0$):

أي غياب الغاز الحر في قميص المضخة (عدم وجود غاز حر في قميص

المضخة) وفي هذه الحالة يكون: $P_{cs} \geq P_s$

حيث: p_s : ضغط الإشباع و p_{cs} : الضغط في صمام السحب.

ويعطى عامل الامتلاء في هذه الحالة بالعلاقة التالية:

$$\beta_{po} = 1 - L_{los} \dots\dots\dots(5)$$

حيث L_{los} التهريب النسبي للسائل في الخلوص بين المكبس والقميص ويعطى

في هذه الحالة بالعلاقة التالية:

$$L_{los} = q_{los} / 2Q_{m(PS)} \dots\dots\dots(6)$$

q_{los} : كمية التهريب في الخلوص بين القميص والمكبس ويحدد لاحقاً بالعلاقة (23).

$Q_{m(PS)}$: كمية السائل الداخل إلى جوف المضخة عند ضغط أكبر أو مساوٍ لضغط

الإشباع p_s .

إن الرقم (2) في المقام ينتج عن كون التهريب في الخلوص يحدث عند حركة المكبس إلى الأعلى (شوط الصعود أو السحب) أي أن التهريب يحدث خلال زمن مساوٍ لنصف زمن عمل المضخة.

الحالة الثانية ($i=1$):

أي أن: عملية انحلال الغاز غير متوازنة، وهنا يمكن إهمال انحلالية الغاز في النفط وذلك بسبب زيادة الضغط في قميص المضخة من ضغط السحب P_{cs} حتى ضغط الضخ P_{cp} ويوجد انفصال بالأطوار وسرعة انفصال الأطوار تتحدد بحيث أن الحجم الميت سيكون عند نهاية الشوط الهابط مملوءاً بالسائل فقط، وفي هذه الحالة سيكون: ($\delta_1=0, k_1=0$) وعند ذلك فإن معامل الامتلاء يعطى بالعلاقة:

$$\beta_{p_1} = \frac{1 - L_{los}}{1 + R} \dots\dots\dots(7)$$

الحالة الثالثة ($i=2$):

- عملية انفصال الغاز غير متوازنة (غير مستقرة) ولكن في نفس الوقت يوجد انفصال للأطوار وهذا يعني أن كلاً من النفط والماء والغاز الحر يتوزع في قميص المضخة بشكل متساوٍ ومنظم. في هذه الحالة يحدد معامل الامتلاء بالعلاقة:

$$\beta_{p_2} = \frac{1 - L_{los}}{1 + R} - \delta_2 \dots\dots\dots(8)$$

$$K_2 = \frac{1 + R}{[(1 + R_{(pcs)}) / P_{cp}]} - 1 \dots\dots\dots(9)$$

الحالة الرابعة ($i=3$):

أي أن عملية انحلال وانفصال الغاز متوازنة، وانفصال الأطوار غير موجودة، وعند ذلك فإن كمية الغاز المنحل في النفط عند الضغط السائد (الآني) في قميص المضخة تحدد بالعلاقة التالية:

$$G_{0(p)} = G_{0(ps)} [(P - P_0) / (P_s - P_0)]^c \dots\dots\dots(10)$$

حيث: $G_{0(ps)}$: كمية الغاز مقدرة بـ m^3/m^3 المحولة إلى الشروط النظامية والمنحلة في $1 m^3$ من النفط عند ضغط الإشباع.

P_0, P, P_s : ضغط الإشباع، الضغط الآني، الضغط الجوي على الترتيب حيث أن $(P_s \leq P \leq P_0)$.

c : معامل تجريبي تؤخذ قيمته من أجل الحسابات اللاحقة مساوية 0.5.

في هذه الحالة وعندما يكون: $P_{cp} \geq P_{s1}$ وحتى لحظة فتح صمام الضخ فإن كل الغاز سيكون منحلًا في النفط، والمعامل K_3 يعطى بالعلاقة:

$$K_3 = b_{l(pcs)} [(1 + R / (1 - \beta_w)) / b_{l(p_s)}] - 1 \dots \dots \dots (11)$$

حيث: $b_{l(pcs)}$: عامل حجم السائل عند الضغط في قميص المضخة مقابل صمام السحب (Pcs) .

$b_{l(p_s)}$: عامل حجم السائل عند ضغط الإشباع (P_s) الذي يأخذ بعين الاعتبار انفصال الغاز عند مدخل المضخة ووجود غاز حر في قميص المضخة على الأقل خلال جزء من شوط السحب.

β_w : نسبة إماهة منتجات البئر.

الحالة الخامسة ($i=4$):

هذه الحالة تعتبر أن: $(L_{los} = 0, b_{l(p)} = 1, \beta_w = 0\%, K_4 = R)$ وبذلك يكون (بعد التعويض في العلاقة (3):

$$\beta_{p4} = \frac{(1 - m_{Bp} \cdot R)}{1 + R} \dots \dots \dots (12)$$

الحالة السادسة ($i=5$): تتحقق هذه الحالة إذا كان: $P_{cp} < P_s$ وهذا يعني أنه خلال زمن الضخ ليس كل الغاز منحلًا في النفط وعندها فإن المعامل k_5 يحدد بالعلاقة الآتية:

$$K_5 = \frac{1 + R}{\frac{b_{l(pcp)}}{b_{l(pcs)}} + R \frac{P_{cs}}{P_s} - [G_{0(pcp)} - G_{0(pcs)}] \frac{(1 - \beta_w) P_0}{b_{l(pcs)} \cdot P_{cp}}} - 1 \quad (13)$$

- باستخدام الطريقة السابقة يمكن بدرجة كافية من الدقة أن نعين أو نظهر قيم المجالات التي يمكن أن يقع ضمنها معامل الامتلاء الحقيقي للمضخة.

- كما أشير سابقاً فإن الحدود العليا لكل الحالات السابقة الممكنة ستكون مساوية لـ B_{PI} ، أما الحد الأدنى سيتغير تبعاً لأية عملية انفصال للغاز متوازنة أو غير متوازنة ستكون أقرب للسلوك الحقيقي للمزيج (سائل - غاز) في داخل المضخة.
- يمكن تحديد معامل الامتلاء الوسطي الاحتمالي بالعلاقة التالية:

$$\bar{\beta}_{pi} = \frac{\beta_{PI} + \beta_{Pi}}{2} \dots\dots\dots(14)$$

كما يمكننا أن نحدد الارتياح (الانحراف المطلق) الأعظمي لمعامل الامتلاء الحقيقي عن معامل الامتلاء الوسطي الاحتمالي بالعلاقة الآتية:

$$\delta_{Pi} = \pm \frac{\beta_{PI} - \bar{\beta}_{Pi}}{\bar{\beta}_{Pi}} \dots\dots\dots(15)$$

حيث: $\bar{\beta}_{Pi}$: تمثل قيمة معامل الامتلاء الوسطي الاحتمالي.

نتيجة انفصال جزء من الغاز الحر عند مدخل المضخة فإن المعامل الغازي للسائل الداخل للمضخة ومواسير الإنتاج (المعامل الغازي للمواسير) يحدد بالعلاقة التالية:

$$G_0 = G_{0(ps)} - [G_{o(ps)} - G_{0(Pip)}] \cdot \sigma_c \dots\dots\dots(16)$$

حيث: σ_c : كمية الغاز المنفصل (أو ما يسمى بمعامل انفصال الغاز) عند مدخل المضخة ويحدد بالعلاقة الآتية:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_0}{1 + 1.05 \cdot \frac{q_l}{W_0 \cdot F}} \dots\dots\dots(17)$$

حيث: σ_0 : معامل يتعلق بأبعاد الفراغ الحلقي ويحدد بالعلاقة التالية:

$$\sigma_0 = 1 - \left(\frac{d_E}{D_{ca}} \right)^2 \dots\dots\dots(18)$$

d_E : القطر الخارجي لمواسير الإنتاج (m).

D_{ca} : القطر الداخلي لمواسير التغليف (m).

q_l : التدفق الحجمي للسائل في شروط مدخل المضخة (m^3/sec).

W_0 : السرعة النسبية للفقاعات الغازية (m/sec) عند مدخل المضخة وهي تتعلق بدرجة إمامة منتجات البئر، وفي حال عدم توفر المعطيات التجريبية عنها، فإنه يمكن استخدام القيم الآتية لهذه السرعة وذلك تبعاً لدرجة الامامة:

$$W_0 = 0.02m/sec \leftarrow \beta_w \leq 50\%$$

$$W_0 = 0.17m/sec \leftarrow \beta_w > 50\%$$

F : مساحة المقطع العرضي لمواسير التغليف (m^2).

وطبقاً للعلاقتين الأخيرتين فإن معامل انفصال الغاز σ_c سيحدد بالشكل التالي:

$$\sigma_c = \frac{1 - \left(\frac{d_E}{D_{ca}} \right)^2}{1 + 4.2 \cdot q_l \cdot b_{l(Pip)} / (3.14 \cdot W_0 \cdot D_{ca}^2)} \dots\dots\dots(19)$$

وبفرض أن تكوين الغاز ثابت، فإن القيمة المصححة لضغط الإشباع الموافق

للمعامل الغازي للمواسير G_0^* يحدد بالعلاقة التالية:

$$P_{s_1} = (G_0^* / G_{0(ps)})^{1/c} \cdot (P_s - P_0) + P_0 \dots\dots\dots(20)$$

وبعد ذلك نحسب كلاً من التدفق الحجمي للغاز $V_{g(Pip)}^*$ والتدفق الحجمي لمزيج

(سائل - غاز) $Q_{m(Pip)}^*$ اللذان يدخلان جوف المضخة وذلك بعد الأخذ بعين الاعتبار

معامل انفصال الغاز وذلك بالعلاقات التالية:

$$V_{g(Pip)}^* = V_{g(Pip)} (1 - \sigma_c) \dots\dots\dots(21)$$

$$Q_{m(Pip)}^* = Q_{l(Pip)} + V_{g(Pip)}^* \dots\dots\dots(22)$$

ثم يحدد التهريب في الخلوص بين المكبس والقميص في حالة النظام الخطي

للجريان السائل بالعلاقة التالية:

$$q_{los} = 0.262(1 + 1.5ca^2) \cdot \frac{d_p \cdot \delta^3 \cdot (P_{cp} - P_{cs})}{\rho_l \cdot v_l \cdot L_p} \dots\dots\dots(23)$$

حيث: ca : الشذوذ النسبي لتوضع المكبس في مركز القميص، ويساوي النسبة بين قيمة المسافة بين مركزي والقميص وقيمة الخلوص ($0 \leq C_a \leq 1$).

δ : الخلوص بين المكبس والقميص عند توضعهما بشكل متمركز ويقدر بـ (m).

L_p : طول مكبس المضخة ويقدر بـ (m).

ρ_l : كثافة السائل وتقدر بـ (kg/m^3).

v_l : اللزوجة الكينماتيكية وتقدر بـ (m^2/sec).

P_{cp}, P_{cs} : ضغط السحب وضغط الضخ في قميص المضخة على التوالي ويقدر

بـ (MPa) ويتم تحديدهما كما يلي:

$$P_{cs} = P_{ip} - \Delta P_{va,s} \dots\dots\dots(24)$$

$$P_{cp} = P_{Ep} + \Delta P_{va,p} \dots\dots\dots(25)$$

P_{Ep}, P_{ip} : ضغط مدخل ومخرج المضخة على التوالي.

$\Delta p_{va,p}, \Delta P_{va,s}$: هبوط الضغط في كل من صمامي السحب والضخ على

التوالي. ويتم تحديده كما يلي:

$$\Delta P_{va} = W_{max}^2 \cdot \rho_{la} / 2\mu_{va}^2 \dots\dots\dots(26)$$

حيث:

ρ_{la} : كثافة النفط الحر (بدون غاز) ويقدر بـ (kg/m^3).

W_{max} : السرعة العظمى لحركة منتجات البئر عبر ثقب الصمام وتقدر بـ

(m/sec). وتحدد بالعلاقة:

$$W_{max} = 4 \cdot q_{va} / d_{va}^2 \dots\dots\dots(27)$$

q_{va} : تدفق منتجات البئر عبر الصمام ويقدر بـ (m^3/sec).

d_{va} : قطر ثقب كرسي الصمام ويقدر بـ (m).

μ_{va} : معامل التدفق للصمام ويحدد بالعلاقة مع عدد رينولدز في الصمام حيث

يعطى عدد رينولدز في ثقب كرسي الصمام بالعلاقة:

$$R_{eva} = W_{max} \cdot d_{va} / v_l \dots\dots\dots(28)$$

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار النقاط الآتية:

1- عند حساب Re_{va} وفي حال كون منتجات البئر هي عبارة عن مزيج من سائلين (نפט + ماء) فإن اللزوجة المستخدمة هي لزوجة السائل ذو النسبة الأكبر في المزيج، أما في الحالة التي تكون فيها نسبة كل من السائلين متساوية فعند ذلك نستخدم اللزوجة التحريكية للسائل الأكثر لزوجة.

2- إذا تحرك المزيج (سائل، غاز) عبر صمام المضخة فإنه عند حساب W_{max} يجب استخدام التدفق الحجمي للمزيج بشروط مدخل المضخة q_m عوضاً عن q_{va} .

3- إن شروط وجود نظام الجريان الخطي تحدد بعدد رينولدز الحرج كما يلي:

$$Re = q_{los} / \pi \cdot D_p \cdot v_l \leq Re_{cr} = 10^3 \dots \dots \dots (29)$$

فإذا لم يتحقق الشرط فإن نظام الجريان هو مضطرب وعندها يمكن حساب

التهريب بالعلاقة:

$$q_{los} = 4.7 \cdot \pi \cdot D_p \cdot [\delta^3 \cdot (P_{Ep} - P_{cs}) / L_p \cdot \rho_l]^{4/7} \cdot \frac{1}{v_l^{1/7}} \dots \dots \dots (30)$$

العلاقة السابقة تستخدم عندما يكون نظام الضخ غير معلوم، أما إذا كان هذا

النظام معلوماً فإن التهريب يحسب بالعلاقة:

$$q_{los} = q_{los} - 1.57 \cdot \delta \cdot D_p \cdot S_p \cdot N \dots \dots \dots (31)$$

N : عدد الأشواط خلال دورة الضخ في الثانية.

S_p : طول شوط المكبس.

يحدد المعامل الغازي R داخل المضخة بالعلاقة التالية:

$$R = \frac{V_{gfr}}{Q_{l(pcs)}} \dots \dots \dots (32)$$

حيث أن المقدار $Q_{l(pcs)}$ يحسب كما يلي:

$$Q_{l(pcs)} = \frac{Q_{0A} \cdot b_{l(pcs)}}{86400(1 - \beta_w)} \dots \dots \dots (33)$$

يعطى التدفق الحجمي للمزيج محولاً إلى ضغط السحب في القميص بالعلاقة:

$$q_{m(pcs)} = \frac{Q_{0A} \cdot b_{l(pcs)}}{86400(1 - \beta_w)} + V_{gfr} \dots\dots\dots(34)$$

Q_{0A} : الإنتاجية من النفط الحر ويقدر بـ (m^3/day).

$b_{l(pcs)}$: معامل حجم السائل عند ضغط السحب ويحدد بالعلاقة التالية:

$$b_{l(pcs)} = b_0(1 - \beta_w) + b_w \cdot \beta_w \dots\dots\dots(35)$$

b_w : معامل حجم الماء ويؤخذ عادة مساوٍ للواحد.

b_0 : معامل حجم النفط عند الضغط P_{s1} ويحسب بالعلاقة:

$$b_0 = 1 + (b_0 - 1) \left[\frac{P_{cs} - 0.1}{P_{s1} - 0.1} \right]^{0.25} \dots\dots\dots(36)$$

V_{gfr} : التدفق الحجمي للغاز الحر في قميص المضخة محولاً إلى شروط السحب.

$$V_{gfr} = \left[G_{0T} - G_{0T} \sqrt{\frac{P_{cs} - 0.1}{P_{s1} - 0.1}} \right] \cdot \frac{Z \cdot P_0 \cdot T_{cs} \cdot Q_{0A}}{86400 \cdot P_{cs} \cdot T_0} \dots\dots\dots(37)$$

T_{cs} : درجة حرارة القميص أثناء السحب وتقدر بـ (K).

P_s : ضغط الإشباع (P_s) الذي يأخذ بعين الاعتبار انفصال الغاز عند مدخل

المضخة ووجود غاز حر في قميص المضخة على الأقل خلال جزء من شوط السحب.

G_{0T} : المعامل الغازي الفعال ويحدد بالعلاقة التالية:

$$G_{0T} = G_0 \left[1 - \sigma_c \left(\sqrt{\frac{P_{ip} - 0.1}{P_{s1} - 0.1}} \right) \right] \dots\dots\dots(38)$$

G_0 : محتوى النفط الطبقي من الغاز ويقدر بـ (m^3/m^3).

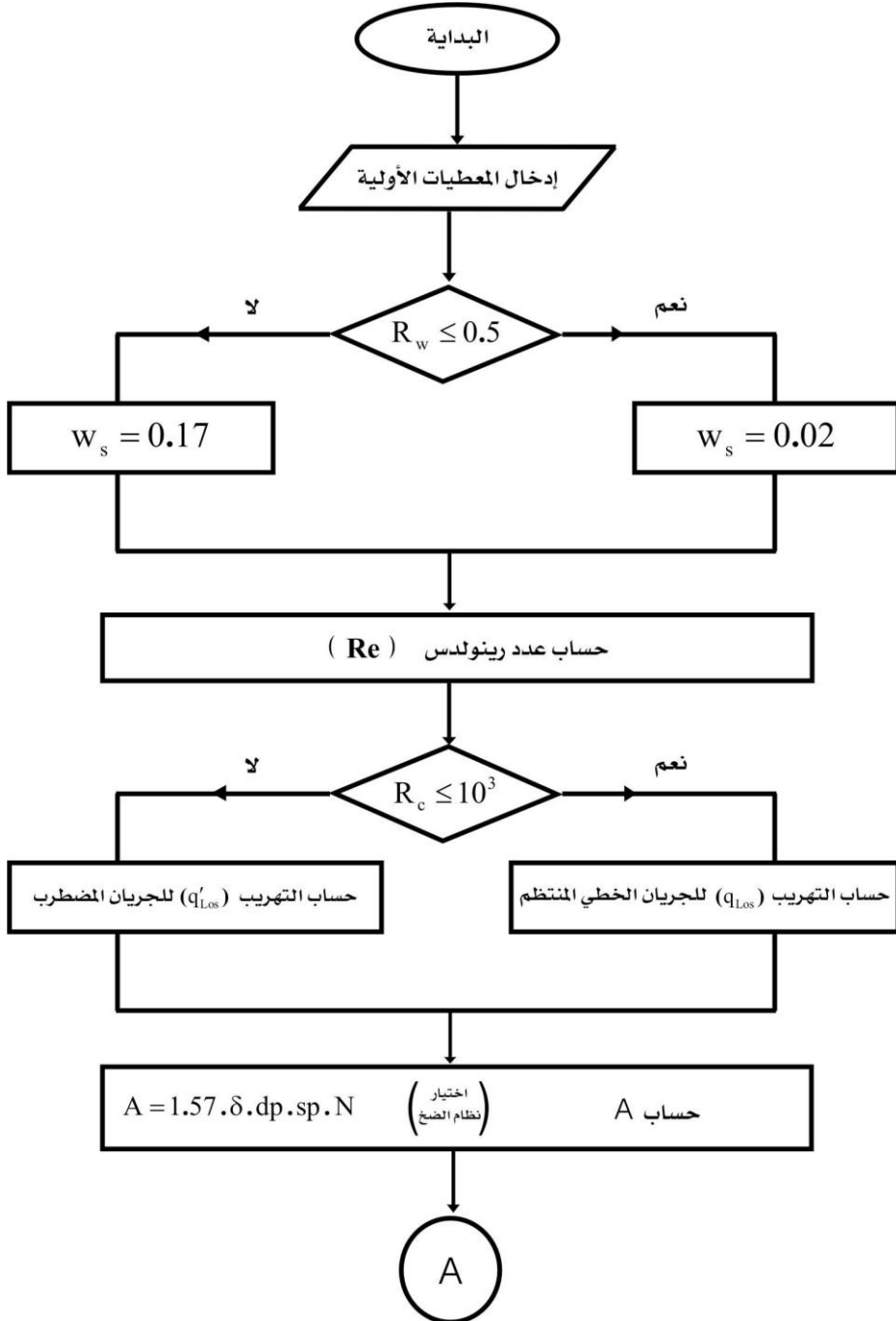
بعد وضع الأسس النظرية والرياضية للطريقة المتبعة في تحديد قيم معامل

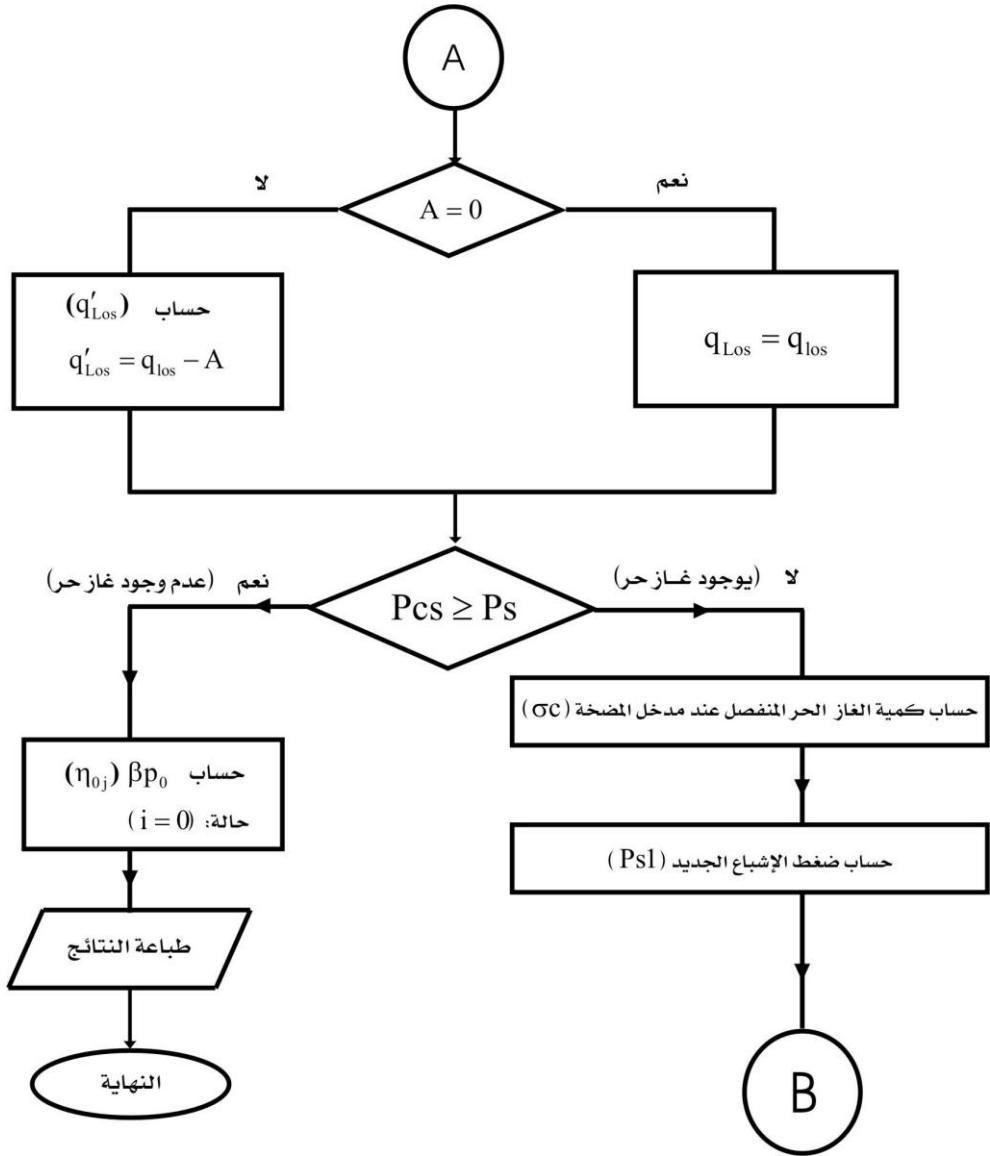
الامتلاء للمضخات الجوفية المعلقة، تم وضع المخطط الخوارزمي لهذه الطريقة كما هو

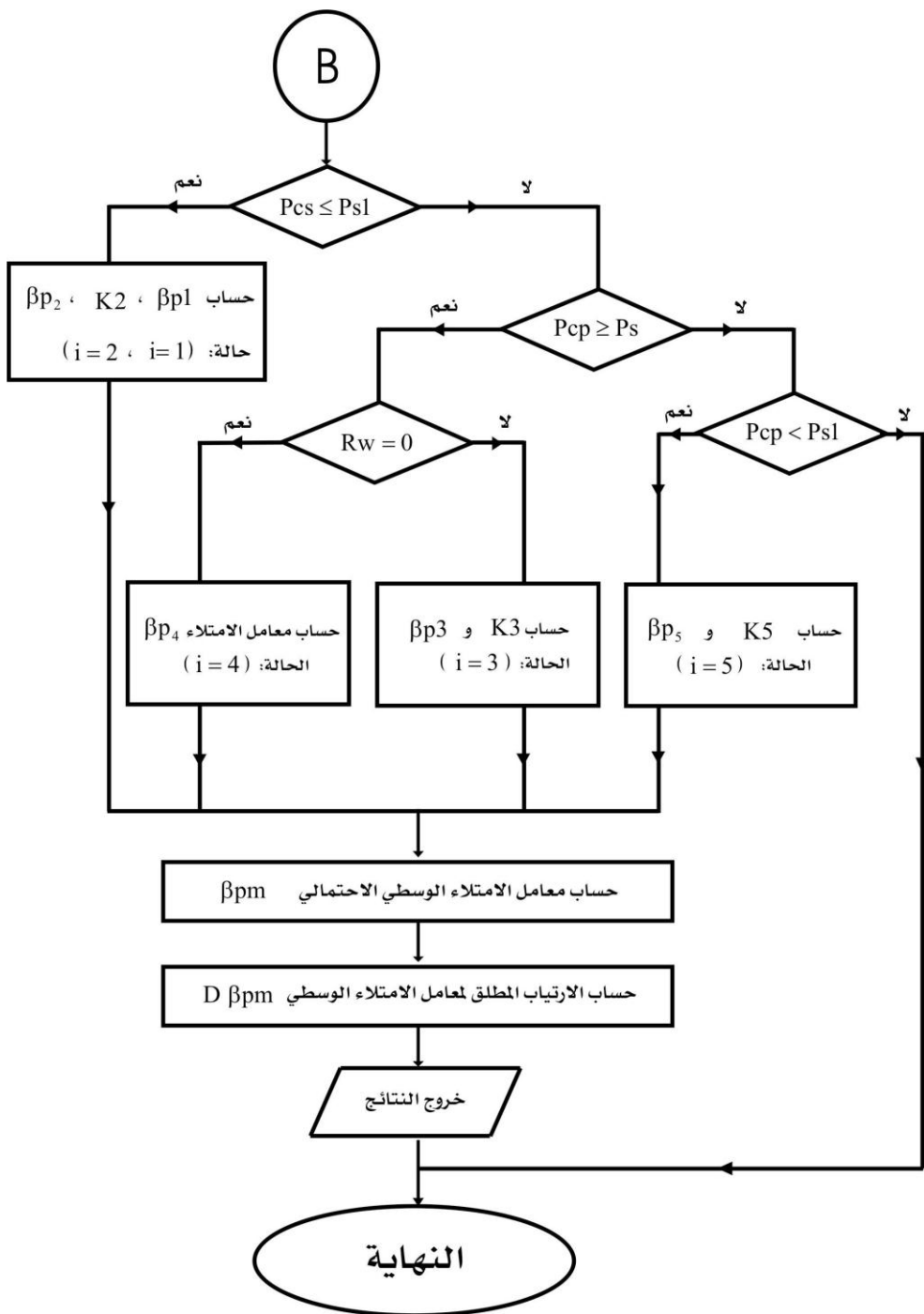
موضح بالشكل (I)، وبعد ذلك تم وضع البرنامج الذي كتب بلغة البيزيك ($Q.BASIC$)

والذي يمكن بواسطته تحديد قيمة معامل امتلاء المضخات الجوفية المعلقة.

المخطط الخوارزمي لبرنامج حساب معامل امتلاء المضخة المعلقة







المعطيات الأولية الحقلية المستخدمة لحساب معامل امتلاء المضخات المعلقة وفق طريقة دونشكين وغلاكوفسكي، باستخدام البرنامج الحاسوبي الذي تم وضعه بناءً على المخطط الخوارزمي، والتي تم الحصول عليها من مديرية حقول الحسكة، مبينة في الجدول التالي:

جدول رقم (1) يبين المعطيات الأولية الحقلية المستخدمة لحساب معامل امتلاء المضخات المعلقة لمجموعة من آبار مديرية حقول الحسكة

المعامل	الوحدة	س49	س118	س25	س42	س58
عمق البئر	m	1808	1880	1775	1959	1903
قطر مواسير التغليف	m	0.15	0.15	0.165	0.168	0.168
ضغط القاع	Mpa	15.4	15.4	12.6	13.9	11.73
انتاجية من السائل	m ³ /s	0.00012	1.73.10 ⁻⁴	1.099 ⁻³	1.388*10 ⁻³	5.78*10 ⁻⁴
انتاجية من النفط	m ³ /s	1.04.10 ⁻⁴	1.7.10 ⁻⁴	1.08*10 ⁻³	8.56*10 ⁻⁴	5.21*10 ⁻⁴
نسبة الماء	%	1	2	2	38	10
كثافة النفط	kg/m ³	900	900	900	900	900
كثافة المياه	kg/m ³	1100	1100	1007	1007	1007
كثافة الغاز المرافق	kg/m ³	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
لزوجة السائل	m ² /s	2.3*10 ⁻⁶	2.3*10 ⁻⁶	2.3*10 ⁻⁶	2.3*10 ⁻⁶	2.3*10 ⁻⁶
لزوجة المياه المرافقة	m ² /s	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷
لزوجة النفط	m ² /s	4.8.10 ⁻⁵	4.8.10 ⁻⁵	4.33*10 ⁻⁶	4.33*10 ⁻⁶	4.33*10 ⁻⁶
المعامل الغازي	-	33	33	40	40	40
ضغط الإشباع	Mpa	3.1	3.1	5.5	5.5	5.5
ضغط الفوهة	Mpa	0.2	0.1	0.6	0.6	0.6
حرارة القاع	K0	351	351	351	351	351
المعامل الحجمي للنفط	-	1.091	1.091	1.132	1.132	1.132
المعامل الحجمي للمياه	-	1.019	1.019	1.019	1.019	1.019
الضغط القياسي	Mpa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
معامل الشذوذ النسبي	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
عمق الانزال	m	1500	1550	1350	1200	1350
قطر مواسير الإنتاج	m	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
ثابت C	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
قطر مكبس المضخة	m	0.038	0.038	0.0635	0.0635	0.0508
طول المكبس	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
معامل الانضغاطية	-	1	1	1	1	1
الحرارة القياسية	k0	273	273	273	273	273
الحجم النسبي للفراغ الميت	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
الخلوص بين المكبس والقميص	m	0.000025	0.000025	0.000005	0.000007	0.000008
قطر الثقب لصمام الضخ	m	0.025	0.025	0.032	0.032	0.032
قطر الثقب لصمام السحب	m	0.03	0.03	0.032	0.032	0.032
معامل التدفق عبر صمام السحب	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
معامل التدفق عبر صمام الضخ	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
تسارع الجاذبية الأرضية		10	10	10	10	10
طول الشوط	m	4	4	4	3.5	4.25
سرعة الضخ	1/sec	4	6	6	6	6

تابع جدول (1)

المعامل	الوحدة	س 120 شر	س 184 شر	س 538 شر	س 631 شر	س 685 شر
عمق البئر	m	1838	1818	1747	1857	1818
قطر مواسير التغليف	m	0.168	0.168	0.177	0.177	0.177
ضغط القاع	Mpa	8.17	6.91	10.73	9.96	5.56
انتاجية من السائل	m ³ /s	5.79*10 ⁻⁴	1.04*10 ⁻³	2.89*10 ⁻⁴	9.3*10 ⁻⁴	1.74*10 ⁻⁴
انتاجية من النفط	m ³ /s	3.36*10 ⁻⁴	3.93*10 ⁻⁴	2.66*10 ⁻⁴	1.27*10 ⁻⁴	3.47*10 ⁻⁵
نسبة الماء	%	42	62	8	86	80
كثافة النفط	kg/m ³	900	900	900	900	900
كثافة المياه	kg/m ³	1007	1007	1007	1007	1007
كثافة الغاز المرافق	kg/m ³	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
لزوجة السائل	m ² /s	2.7*10 ⁻⁶	2.7*10 ⁻⁶	2.7*10 ⁻⁶	2.7*10 ⁻⁶	2.7*10 ⁻⁶
لزوجة المياه المرافقة	m ² /s	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷
لزوجة النفط	m ² /s	5.17*10 ⁻⁶	5.17*10 ⁻⁶	5.17*10 ⁻⁶	5.17*10 ⁻⁶	5.17*10 ⁻⁶
المعامل الغازي	-	23	23	23	23	23
ضغط الأشباع	Mpa	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
ضغط الفوهة	Mpa	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
حرارة القاع	K0	351	351	351	351	351
المعامل الحجمي للنفط	-	1.098	1.098	1.098	1.098	1.098
المعامل الحجمي للمياه	-	1.019	1.019	1.019	1.019	1.019
الضغط القياسي	Mpa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
معامل الشذوذ النسبي	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
عمق الانزال	m	1450	1300	1350	1350	1300
قطر مواسير الانتاج	m	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
ثابت C	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
قطر مكبس المضخة	m	0.0508	0.0635	0.0508	0.0635	0.0508
طول المكبس	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
معامل الانضغاطية	-	1	1	1	1	1
الحرارة القياسية	k0	273	273	273	273	273
الحجم النسبي للفراغ الميت	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
الخلوص بين المكبس والقميص	m	0.000007	0.000006	0.000007	0.000007	0.000008
قطر الثقب لصمام الضخ	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
قطر الثقب لصمام السحب	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
معامل التدفق عبر صمام السحب	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
معامل التدفق عبر صمام الضخ	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
تسارع الجاذبية الأرضية		10	10	10	10	10
طول الشوط	m	3.65	4.5	4.27	3	3.12
سرعة الضخ	1/sec	4.5	6	6	8	4

تابع جدول (1)

المعامل	الوحدة	زارية 1	زارية 81	زارية 114	سعيدة 60	بياسر 2
عمق البئر	m	1400	1379	1465	1334	1546
قطر مواسير التغليف	m	0.244	0.177	0.177	0.177	0.177
ضغط القاع	Mpa	4.82	8.81	2.23	3.22	5.89
انتاجية من السائل	m3/s	1.74*10 ⁻⁴	2.89*10 ⁻⁴	1.16*10 ⁻⁴	1.16*10 ⁻⁴	1.16*10 ⁻⁴
انتاجية من النفط	m3/s	9.26*10 ⁻⁵	6.94*10 ⁻⁵	1.16*10 ⁻⁴	1.16*10 ⁻⁴	1.04*10 ⁻⁴
نسبة الماء	%	50	75	0	0	1
كثافة النفط	kg/m3	910	910	910	910	910
كثافة المياه	kg/m3	1025	1025	1025	1025	1025
كثافة الغاز المرافق	kg/m3	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
لزوجة السائل	m2/s	1.72*10 ⁻⁵	1.72*10 ⁻⁵	1.72*10 ⁻⁵	1.72*10 ⁻⁵	1.72*10 ⁻⁵
لزوجة المياه المرافقة	m2/s	3.9*10 ⁻⁷	3.9*10 ⁻⁷	3.9*10 ⁻⁷	3.9*10 ⁻⁷	3.9*10 ⁻⁷
لزوجة النفط	m2/s	3.41*10 ⁻⁵	3.41*10 ⁻⁵	3.41*10 ⁻⁵	3.41*10 ⁻⁵	3.41*10 ⁻⁵
المعامل الغازي	-	36	36	36	36	36
ضغط الإشباع	Mpa	6	6	6	6	6
ضغط الفوهة	Mpa	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
حرارة القاع	K0	329	329	329	329	329
المعامل الحجمي للنفط	-	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
المعامل الحجمي للمياه	-	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
الضغط القياسي	Mpa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
معامل التمدد النسبي	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
عمق الانزال	m	1300	1235	1400	1160	1350
قطر مواسير الانتاج	m	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
ثابت C	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
قطر مكبس المضخة	m	0.0635	0.0635	0.0635	0.0635	0.0508
طول المكبس	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
معامل الانضغاطية	-	1	1	1	1	1
الحرارة القياسية	k0	273	273	273	273	273
الحجم النسبي للفراغ الميت	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
الخلوص بين المكبس والقميص	m	0.000007	0.000008	0.000007	0.000007	0.000008
قطر الثقب لصمام الضخ	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
قطر الثقب لصمام السحب	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
معامل التدفق عبر صمام السحب	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
معامل التدفق عبر صمام الضخ	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
تسارع الجاذبية الأرضية		10	10	10	10	10
طول الشوط	m	2.44	3.66	3	2.4	2.4
سرعة الضخ	1/sec	2	2	2	2	2

تابع جدول (1)

المعامل	الوحدة	ك 12	ك 79	ك 130	ك 181	ك 191
عمق البئر	m	2000	1879	1968	2018	1945
قطر مواسير التغليف	m	0.21	0.168	0.168	0.168	0.168
ضغط القاع	Mpa	13.82	15	8.26	13.34	15.65
انتاجية من السائل	m ³ /s	8.68*10 ⁻⁴	8.68*10 ⁻⁴	2.31*10 ⁻⁴	4.63*10 ⁻⁴	3.47*10 ⁻⁴
انتاجية من النفط	m ³ /s	2.32*10 ⁻⁴	8.68*10 ⁻⁴	1.97*10 ⁻⁴	1.16*10 ⁻⁴	3.36*10 ⁻⁴
نسبة الماء	%	73	90	15	75	2
كثافة النفط	kg/m ³	905	905	905	905	905
كثافة المياه	kg/m ³	1016	1001	1002	1010	1006
كثافة الغاز المرافق	kg/m ³	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
لزوجة السائل	m ² /s	2.85*10 ⁻⁶	2.85*10 ⁻⁶	2.85*10 ⁻⁶	5.61*10 ⁻⁶	2.85*10 ⁻⁶
لزوجة المياه المرافقة	m ² /s	3.64*10 ⁻⁷	3.64*10 ⁻⁷	3.64*10 ⁻⁷	3.64*10 ⁻⁷	3.67*10 ⁻⁷
لزوجة النفط	m ² /s	5.46*10 ⁻⁶	5.46*10 ⁻⁶	5.46*10 ⁻⁶	1.09*10 ⁻⁵	5.46*10 ⁻⁶
المعامل الغازي	-	84	63	84	61	17
ضغط الإشباع	Mpa	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
ضغط الفوهة	Mpa	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
حرارة القاع	K0	354	354	354	349	354
المعامل الحجمي للنفط	-	1.181	1.181	1.181	1.181	1.181
المعامل الحجمي للمياه	-	1.015	1.015	1.015	1.015	1.015
الضغط القياسي	Mpa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
معامل التمدد النسبي	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
عمق الانزال	m	1330	800	1200	1100	1350
قطر مواسير الانتاج	m	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
ثابت C	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
قطر مكبس المضخة	m	0.0635	0.0635	0.0635	0.0635	0.0508
طول المكبس	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
معامل الانضغاطية	-	1	1	1	1	1
الحرارة القياسية	k0	273	273	273	273	273
الحجم النسبي للفراغ الميت	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
الخلوص بين المكبس والقميص	m	0.000007	0.000008	0.000006	0.000007	0.000006
قطر الثقب لصمام الضخ	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
قطر الثقب لصمام السحب	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
معامل التدفق عبر صمام السحب	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
معامل التدفق عبر صمام الضخ	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
تسارع الجاذبية الأرضية		10	10	10	10	10
طول الشوط	m	4	3.34	3.34	3.12	3.5
سرعة الضخ	1/sec	6	6	4	4	4

تابع جدول (1)

المعامل	الوحدة	س572 غر	س442 غر	س154 غر	س175 شر	س122 غر
عمق البئر	m	1872	1926	1924	1850	1833
قطر مواسير التغليف	m	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168
ضغط القاع	Mpa	11.81	13.9	14.4	15.4	14.4
انتاجية من السائل	m ³ /s	9.84*10 ⁻⁴	8.1*10 ⁻⁴	5.09.10 ⁻⁴	2.31.10 ⁻⁴	2.66.10 ⁻⁴
انتاجية من النفط	m ³ /s	9.03*10 ⁻⁴	8.1*10 ⁻⁵	4.8.10 ⁻⁴	1.27.10 ⁻⁴	2.58.10 ⁻⁴
نسبة الماء	%	8	90	0.05	0.55	0.03
كثافة النفط	kg/m ³	900	900	900	900	900
كثافة المياه	kg/m ³	1007	1007	1010	1016	1010
كثافة الغاز المرافق	kg/m ³	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
لزوجة السائل	m ² /s	2.3*10 ⁻⁶	2.3*10 ⁻⁶	2.3.10 ⁻⁶	2.73.10 ⁻⁶	2.73.10 ⁻⁶
لزوجة المياه المرافقة	m ² /s	3.7*10 ⁻⁷	3.7*10 ⁻⁷	3.7.10 ⁻⁷	3.7.10 ⁻⁷	3.7.10 ⁻⁷
لزوجة النفط	m ² /s	4.33*10 ⁻⁶	4.33*10 ⁻⁶	4.8.10 ⁻⁵	4.8.10 ⁻⁵	4.8.10 ⁻⁵
المعامل الغازي	-	40	40	22	45	33
ضغط الأشباع	Mpa	5.5	5.5	5.5	3.1	5.5
ضغط الفوهة	Mpa	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
حرارة القاع	K0	351	351	351	351	351
المعامل الحجمي للنفط	-	1.132	1.132	1.132	1.098	1.132
المعامل الحجمي للمياه	-	1.019	1.019	1.091	1.019	1.019
الضغط القياسي	Mpa	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
معامل التمدد النسبي	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
عمق الانزال	m	1330	1100	1500	1350	1500
قطر مواسير الانتاج	m	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
ثابت C	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
قطر مكبس المضخة	m	0.0635	0.0635	0.055	0.055	0.055
طول المكبس	m	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2
معامل الانضغاطية	-	1	1	1	1	1
الحرارة القياسية	k0	273	273	273	273	273
الحجم النسبي للفراغ الممت	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
الخلوص بين المكبس والقميص	m	0.000006	0.000007	0.000007	0.000008	0.000006
قطر الثقب لصمام الضخ	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
قطر الثقب لصمام السحب	m	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
معامل التدفق عبر صمام السحب	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
معامل التدفق عبر صمام الضخ	-	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
تسارع الجاذبية الأرضية		10	10	10	10	10
طول الشوط	m	3.66	3.66	3.5	3.66	3.15
سرعة الضخ	1/sec	6.12	6.12	6	5	4.9

من خلال النتائج الحسابية التي تم الحصول عليها بعد معالجة المعطيات الحقلية الأولية باستخدام البرنامج الذي تم وضعه لتحديد قيمة معامل امتلاء المضخات الجوفية المعلقة والموضحة بالجدول رقم (2).

جدول رقم (2)

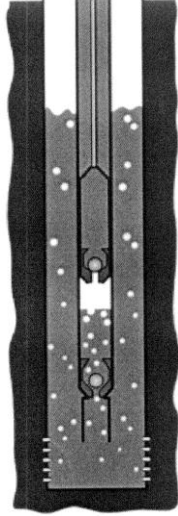
التهديب النسبي q_{los}	قيمة معامل الامتلاء βp	نسبة المياه $Rw\%$	المعامل الغازي $G_o \cdot \frac{m^3}{m^3}$	البئر
$2.109 \cdot 10^{-10}$	0.53	8	40	س 572 غر
$2.242 \cdot 10^{-12}$	0.17	90	40	س 442 غر
$4.316 \cdot 10^{-11}$	0.71	5	22	س 154 غر
$3.974 \cdot 10^{-12}$	0.39	55	45	س 175 شر
$8.938 \cdot 10^{-12}$	0.60	3	33	س 122 غر
$1.475 \cdot 10^{-11}$	0.59	42	23	س 120 شر
$9.441 \cdot 10^{-12}$	0.48	62	23	س 184 شر
$1.183 \cdot 10^{-11}$	0.71	8	23	س 538 شر
$1.339 \cdot 10^{-12}$	0.18	86	23	س 631 شر
$1.482 \cdot 10^{-13}$	0.29	8	23	س 685 شر
$7.648 \cdot 10^{-13}$	0.62	1	33	س 49 شر
$2.032 \cdot 10^{-12}$	0.60	2	33	س 118 شر
$5.074 \cdot 10^{-10}$	0.53	2	40	س 25 غر
$2.844 \cdot 10^{-10}$	0.29	38	40	س 42 غر
$1.168 \cdot 10^{-10}$	0.52	10	40	س 58 غر
$9.206 \cdot 10^{-14}$	0.29	50	36	زارية 1
$1.319 \cdot 10^{-13}$	0.27	75	36	زارية 81
$4.656 \cdot 10^{-13}$	0.73	0	36	زارية 114
$6.937 \cdot 10^{-13}$	0.72	0	36	سعيدة 60
$2.928 \cdot 10^{-13}$	0.73	1	36	بباسي 2
$1.468 \cdot 10^{-11}$	0.19	73	84	ك 12
$7.913 \cdot 10^{-10}$	0.14	90	63	ك 79
$1.114 \cdot 10^{-11}$	0.25	15	84	ك 130
$2.358 \cdot 10^{-12}$	0.16	75	61	ك 181
$1.120 \cdot 10^{-11}$	0.77	2	17	ك 191

ومن خلال القيم الحقيقية لمعامل المردود (الفعالية) لمجموعة المضخات المعلقة العاملة في العديد من الآبار التابعة لمديرية حقول الحسكة والتي تم الحصول عليها من المعطيات الحقلية الواردة في تقارير عمل هذه الآبار كما هو مبين بالجدول (3).

جدول رقم (3)
مجالات قيم معامل الفعالية لمجموعة من آبار مديرية حقول الحسكة المنتجة بالضح

الحقل	قيم معامل الفعالية	0.9-0.99	0.8-0.89	0.7-0.79	0.6-0.69	0.5-0.59	0.4-0.49	0.3-0.39	0.2-0.29	0.01-0.19
السويدية		44	119	107	75	69	51	27	14	14
كراتشوك		21	32	24	11	6	3	1	1	1
حمزة		7	10	4	6	3	2	3	3	2
رميلان		1	16	16	4	8	3	3	1	2
عليان		1	2	4	1	-	-	3	-	2
سازابا / زريبة		-	3	2	4	6	8	4	5	6
سازابا / سعبد		1	-	1	1	1	1	5	3	1
سازابا / ببياسي		-	-	-	3	1	-	3	-	-
الآبار الاستكشافية		-	5	1	1	2	4	3	3	2
المجموع		75	187	159	106	96	72	52	30	30
النسبة المئوية		9.3	21.7	18.6	12.7	11.6	10	6.8	4.3	5 %

فإنه قد تبين بأن حوالي 32% منها تعمل بمعامل فعالية أقل من 0.59%، وهذا ما يؤكد وجود التأثير السلبي للغاز الحر على قيم هذا المعامل، وكما هو معروف بأن وجود الغاز الحر داخل قميص المضخة بنسبة أكبر من 15% يؤدي إلى حدوث ظاهرة الطرق أو الدق ومن ثم الوصول إلى ظاهرة القفل بالغاز التي تؤدي أحياناً إلى انعدام إنتاجية المضخة وهذا ما يوضحه الشكل (2)،



الشكل رقم (2)

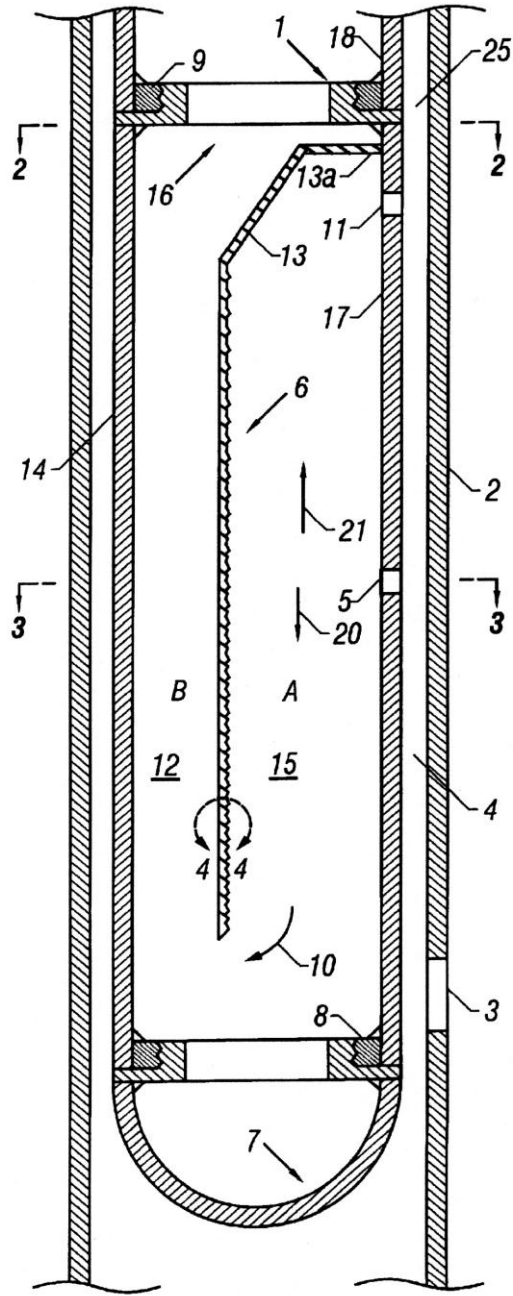
يبين ظاهرة القفل بالغاز داخل المضخة المعلقة

وهذا ما يحصل عملياً في الكثير من الآبار المنتجة للنفط في مديرية حقول الحسكة، وحتى الوقت الحاضر فإن هذه المسألة ما تزال قائمة حالياً في حقول الرميلان وغيرها من الحقول السورية المنتجة للنفط وهي ما تزال تنتظر الحل العملي المناسب، حيث أنه يتم حالياً استخدام ماسورة سحب طويلة ومقربة تربط أسفل المضخة وهي تعتبر بمثابة وسيلة بدائية للتقليل من التأثير السلبي للغاز الحر على معامل فعالية المضخة، أما بالنسبة للوسيلة الأخرى المستخدمة لهذه الغاية فإنها فواصل غاز جوفية مستوردة وهي قلما تستخدم في مديرية حقول الحسكة بسبب عدم توفرها بشكل دائم وكلفتها المادية الباهظة، وهذا ما دفعنا إلى التفكير بتصميم فاصل غاز جوفي يمكن تصنيعه محلياً، يربط أسفل المضخة الجوفية المعلقة، ويتم بواسطته منع دخول الغاز الحر إلى جوف المضخة المعلقة وبالتالي تلافى التأثير السلبي للغاز الحر على معامل امتلائها وفيما يلي الوصف المفصل لهذا الفاصل المقترح:

يحتوي فاصل الغاز الجوفي المقترح والمجهز بشقوق ضيقة على محير داخلي (مشتت أو مبعثر) يعمل على دفع النفط للأسفل داخل حجرة سفلية، وينطلق الغاز للأعلى حيث يتجمع ضمن حجرة علوية موجودة في قمة الفاصل. يكون السطح الخارجي للمحير خشن عليه نتوءات أو بروزات لضمان تحريك المزيج (سائل-غاز) بشكل جيد وبالتالي زيادة انفصال الغاز عنه، تؤمن المساحة الكبيرة والخشنة للسطح الداخلي للمحير تلامس أو تماس أعظمي للمزيج (سائل-غاز) معه وبالتالي يكون مردود عملية فصل الغاز أعظماً، ينطلق الغاز الحر المنفصل عبر الشقوق الضيقة الموجودة على السطح الخارجي لجسم الفاصل ومنها إلى الفراغ الحلقي ما بين مواسير التغليف الإنتاجية والفاصل لتخرج في النهاية من صمام الفراغ الحلقي للبيئر.

يتكون فاصل الغاز الجوفي المقترح من الأجزاء الآتية:

- أنبوب مزدوج طويل نهايته العليا مفتوحة ونهايته السفلى مغلقة بسدادة وهو يمثل جسم الفاصل كما هو موضح بالشكل (3).



الشكل رقم (3). يوضح فاصل الغاز الجوفي المقترح المجهز بشقوق

- شق سفلي طويل ممتد قطرياً على طول الجدار الخارجي لجسم الفاصل وهو بمثابة فتحة سفلية لدخول المزيج (سائل - غاز)، والغرض منه هو التقليل من حدوث خطر انسداد ثقب (فتحات) دخول السائل بالسدادات الغازية التي تغلقها وتمنع السائل من الجريان عبرها.

- محير (مشتت) محوري متوضع محورياً داخل الأنبوب المزدوج (جسم الفاصل) ويقسمه إلى حجرتين حجرة سفلية تكون على اتصال مع الشق السفلي وأخرى علوية تكون متصلة مع النهاية العلوية المفتوحة للأنبوب المزدوج. يكون المحير المذكور محدوداً من الجهة العليا بالسطح السفلي للحجرة العليا ومن الجهة السفلى يكون محدوداً بالسطح العلوي للحجرة السفلية، حيث تكون الجهة الداخلية للمحير ذات سطح أحسن من سطح الجهة الخارجية له.

- يحتوي هذا الفاصل على شق علوي مجاور للنهاية العلوية المفتوحة للأنبوب المزدوج (جسم الفاصل) لخروج الغاز من خلاله، يقع الشق السفلي ما بين الشق العلوي والنهاية السفلية المغلقة لجسم الفاصل.

- يكون المحير ممتداً قطرياً ما بين الجزء المحوري له وجدار جسم الفاصل الذي يحتوي على الشق السفلي.

- يضم هذا الفاصل أيضاً أطواق أو جلبات وصل تتركب على النهايتين العلوية والسفلية لجسم الفاصل.

- توجد سداة تغلق النهاية السفلية للفاصل كما هو مبين بالشكل (3).

الهدف من استخدام فاصل الغاز المقترح هو الآتي:

- تلافي ظاهرة القفل بالغاز عن طريق وجود شقوق أو أخاديد في القسم العلوي منه تسمح بخروج الغاز الحر المنفصل.

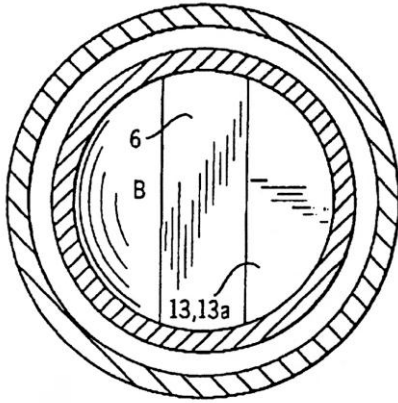
- إنقاص زمن عمل المضخة الجوفية من خلال التقليل من ظاهرة الدق أو الطرق بالغاز.

- زيادة إنتاج السائل خلال زمن دورة الضخ.

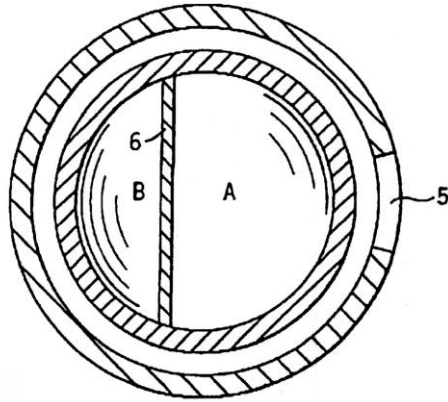
الوصف المفصل للفاصل المشقق المقترح وآلية عمله:

الفاصل المشقق المقترح قابل للإنزال داخل مواسير الإنتاج حتى النهاية السفلية للمضخة الجوفية القياسية وذلك بغرض فصل الغاز عن النفط، طبقاً للشكل (3)، فإن هذا الفاصل يحاط بمواسير التغليف الإنتاجية (2) وهو سيصنع من أنبوب خارجي (14) ذي قطر خارجي مساو (7.62cm) وبطول مساو (3.6576 m). يربط فاصل الغاز هذا بالمضخة الجوفية المعلقة (18) بواسطة وصلة ربط (9) بقياس (7.30 cm)، هذه الوصلة ملحومة إلى جسم الفاصل (17) وإلى النهاية العليا لفاصل الغاز (16)، وجسم الفاصل هو عبارة عن أنبوب مغلق من الناحية السفلية بسدادة (7) قطرها مساو (7.30 cm) ومتوافق مع جسم الفاصل، تثبت السدادة السفلية في مكانها بواسطة طوق أو جلبة (8) ملحومة إلى جسم الفاصل.

أما آلية عمل الفاصل فهي بالشكل الآتي: يبدأ المزيج (سائل-غاز) بالدخول عبر الثقوب (3) في نهاية مواسير التغليف (2)، ثم يدخل إلى الفاصل عبر الشق (5) ذي العرض (2.54 cm) والذي يكون كبيراً كي تمر عبره أية فقاعات غازية يمكن أن تكون موجودة في المزيج، وهو مبين بالشكل (3)، ومن ثم يصطدم هذا المزيج بالمحير (المشنتت) المائل الملحوم إلى جسم الفاصل (6)، يفصل المحير الفاصل إلى حجرتين A و B لأنه يمتد على طول القطر الداخلي للمقطع العرضي للفاصل، يشكل المحير (6) نسبة 75% من الطول الإجمالي لفاصل الغاز هذا أي (2.4384m)، تضمن مساحة السطح الكبيرة للمحير كما هو مبين بالشكل (3) تماساً أو تلامساً أعظماً للمزيج (سائل-غاز) مع السطح الداخلي للمحير، وبالتالي سيكون مردود عملية فصل الغاز عن المزيج (سائل - غاز) أعظماً.



المقطع (2-2)



المقطع (3-3)



المقطع (4-4)

الشكل (4) . يبين السطح الداخلي والخارجي للمحير والمقاطع العرضية (2-2) و (3-3) و (4-4) لفاصل الغاز الجوفي ذي الشقوق.

يحتوي السطح الخشن للمحير على نتوءات أو بروزات موجودة على الجانب الداخلي له، وهذا السطح سيكون شبيهاً بورق الرمل (ورق الصنفرة) لكي يؤمن حركة جيدة للمزيج تساعد على تحسين فعالية عملية الفصل، وبذلك يمكن للمحير فصل أية فقاعات غازية يمكن أن تكون موجودة في المزيج (سائل- غاز). وبما أن الفراغ الواقع ما بين الفاصل ومواسير التغليف الإنتاجية قد جزأ إلى جزأين (فراغين)، فراغ أو جزأ علوي (25) يقع فوق الشق (5)، وفراغ أو جزأ سفلي (4) يقع تحت الشق (5)، فإن النفط (السائل) يتجه إلى أسفل الفاصل عبر ممر الجريان الضيق ويصب في الحجرة السفلية (20) للفاصل، أما الغاز المنفصل فيتجه إلى الأعلى إلى قمة الفاصل وينتشر في الحجرة العلوية للفاصل ومن ثم يخرج من خلال الشق العلوي (11) ومنه إلى الفراغ العلوي (25) الواقع ما بين الفاصل (1) ومواسير التغليف الإنتاجية (2) ومنه ينطلق عبر صمام الفراغ الحلقي للبئر. استخدام الشقوق لتحرير وانفصال الغاز سيكون فعالاً جداً وذلك خلافاً لما هو عليه في حالة استخدام الثقوب أو الفتحات الدائرية لأنه في حالة استعمال الشقوق فإن فقاعات الغاز تتجه وفق مسارات مستقيمة وبذلك فإن خطر انسداد هذه الشقوق بفقاعات الغاز غير موجود وبالتالي فإن احتمال حدوث ظاهرة القفل بالغاز غير موجود. بسبب الوزن النوعي الكبير لجزيئات السائل فإنه سوف يتولد جريان يدفعها باتجاه الأسفل في فراغ الحجرة (15) ويسبب استقرار السائل ما بين الحجرتين (A و B)، يصطدم السائل بأسفل السدادة السفلية للفاصل (7)، وبذلك سوف يكون السائل مجبراً على الصعود خلف الجانب العكسي (السطح الخارجي) للمحير (6) الذي سيكون أملكاً أو ناعماً نسبياً، هذه النعومة تسهل حركة النفط الذي يتجمع في أسفل الفاصل وتجعل صعوده باتجاه الأعلى سهلاً.

مناقشة النتائج والمقترحات:

تبين المعالجة الرياضية للمعطيات الحقلية للآبار المدروسة باستخدام البرنامج المقترح لتحديد معامل الامتلاء ما يلي:

- 1- تتناقص قيمة معامل الامتلاء للآبار المدروسة بزيادة قيمة المعامل الغازي (GoR) عند نسب إمالة محددة ويعود ذلك إلى أن الغاز المتحرر عند الضغط السائد في قميص المضخة (وهو عموماً أقل من ضغط الإشباع) سوف يشغل حجماً معتبراً من قميص المضخة أثناء شوط السحب.
- 2- تتناقص قيمة معامل امتلاء المضخة بزيادة نسبة الإمالة ويعود ذلك إلى سهولة انفصال الفقاعات الغازية المتحررة نتيجة لزيادة سرعتها النسبية وبذلك تتجمع كميات معتبرة من الغاز في القسم العلوي من قميص المضخة.
- 3- نسبة الآبار التي تعمل بمعامل امتلاء قليل ($\beta < 0.58$) وهي بحدود 60% من الآبار المدروسة وهي جميعها آباراً مائة بنسبة أكبر من 38%.
- 4- زيادة قيمة المعامل الغازي فوق $40 M^3 / M^3$ تؤدي إلى انخفاض قيمة معامل الامتلاء بشكل ملحوظ.
- 5- يمكن البرنامج المقترح لحساب معامل الامتلاء من تحديد قيمة هذا المعامل لعدد كبير من الآبار المنتجة بالضخ المعلق خلال وقت قصير وبسرعة كبيرة ويمكن أن يكون بديلاً للطريقة المتبعة حالياً في الحقول والتي تعتمد على مخططات التوازن (الديناموغرام) لتحديد قيمة هذا المعامل حيث نسبة الخطأ كبيرة.
- 6- نقترح استخدام البرنامج الحاسوبي لحساب معامل امتلاء المضخة وتحديد قيمة التهريب في الخلوص بين المكبس والقميص.
- 7- نظراً للإيجابيات التي يتميز بها فاصل الغاز المقترح مقارنة مع الوسائل المستخدمة في الحقول (ماسورة مثقبة) من حيث إمكانية تلاقي ظاهرة القفل بالغاز وذلك عن طريق استبدال الثقوب بشق واحد ذو مقطع جريان يسمح بتمرير الفقاعات الغازية ذات الحجم الكبير من جهة ومن جهة أخرى قدرته على توجيه تيار المزيج باتجاه السطح الخشن للمحير مما يؤمن فعالية فصل عالية للغاز، فإننا نقترح التعاون مع الشركة السورية للنفط لتصنيع هذا الفاصل وتجريبه حقلياً.

قائمة المراجع

- 1- شوروف.ف.إي. "تكنولوجيا إنتاج النفط". موسكو، نيدرا . 1983.
- 2- ميشينكا. إي.ت. ساخاروف. ف.أ. كرون. ف.ك "مجموعة مسائل في تكنولوجيا إنتاج النفط"، نيدرا . موسكو 1984 . 272 صفحة.
- 3- ميشينكا. إ.ت وإيشيمكوجين.س.ب. "طريقة سريعة لتحديد الضغط عند مدخل المضخات المعلقة". مجلة النفط والغاز . 1971 . العدد1، الصفحة 18-20.
- 4- ميشينكا. إ.ت. "حسابات في تكنولوجيا إنتاج النفط". نيدرا . موسكو . 1989 . 245 صفحة.
- 5- "تقارير مديرية حقول الحسكة". دائرة المخزون والإنتاج. 2006-2004.
- 6- "Echo meter Gas Separators Brochure." U.S.A. Texas, 11page. 2004.
- 7- Eubanks .J- Pumping well Problem Analysis. Texas. 1999.
- 8- Lepcof, B.D. "Designing of gas Separators (anchor)". Moscow, 1985.
- 9- REDA, "Determination of Proper Type of Gas Separator", REDA, 1992.
- 10- WILLIAM.C.LYONS "STANDARD HANDBOOK OF PETROLEUM AND NATURAL GAS Engineering" Gulf. Publishing 1996.
- 11- Woly,K.F. Catherman, R.D., "Development testing of Down hole Tandem Rotary Gas Separators", WP/I89-001 Inc. Feb 1989.

Studying the negative effect of free gas on beam pump fullness factor used in producing oil in Romilan fields

Dr. Idmon saloum

Dr. Dib dib

The production method by beam pump is the most common way in driving oil from Syria producing wells. Particularly important in this respect is studying of fullness factor, since the efficiency of beam pump is influenced by that factor. Moreover, the field statistics indicate that more than 30 percent of wells in directorate of Alhasaka fields is operating by efficiency factor less than 0.59. Since this factor is basically influenced by beam pump fullness factor, it is necessary to define the affecting factors and finding lower cost and more effective ways to increase its value and economic output of beam pump. Free gas and leakage between piston and calendar are the most important factors that negatively affect the fullness factor.

This research dealt with the manner by which the fullness factor is defined, including theoretical and mathematical bases of algorithms necessary to carry out the calculations of fullness factor value. Depending on algorithmic chart, certain computer program was set up to define fullness factor value. The mentioned program is applied depending on primary field data of 24 wells with beam pumps. Thus fullness factor values are defined.

As the fullness factor of 60% wells is 0.29-0.59, locally produced down hole gas separator is installed before beam pump to avoid the negative effect of free gas occupying large size of calendar. As a result, the values of fullness and efficiency factors are decreased.

After discussing results, the practical proposal was to use ripped down hole separator that has effectively reduced the negative influence of free gas on the value of fullness factor used in producing oil.