مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية – سلسلة العلوم الهندسية – المجلد (16) العدد (2) 1414 هـ 1994 م

العلاقة بين مردود الجمل الهيدروليكية ودرجة حرارة الوسط الخارجي

د. سـامي قدسـية*

❑ ملخص ❑

نظراً لعمل الجمل الهيدروليكية (نواقل حركة هيدروليكية) في الآليات أو الآلات لفترات زمنية طويلة فإن الوسيط السائل في هذه الجمل سترتفع درجة حرارته وبالتالي تنخفض لزوجته، وبما أن هذه الجمل تعمل عادة ضمن وسط محيط درجة حرارته متغيرة، فإن لزوجة الوسيط السائل ستكون متغيرة مما يؤثر سلباً على مردود الجملة الهيدروليكية.

لتأمين عمل أفضل ضمن شروط متغيرة يفضل معرفة درجة الحرارة الحدية للوسط المحيط التي وفقها يمكن الحصول على مردود أفضل لعمل الجملة الهيدروليكية، وجب إيجاد طريقة ومخطط بياني موضح في البحث يساعدان على تحديد النظام الأمثل لعمل أية جملة هيدروليكية في أوساط محيطة يمكن أن تكون شروطها متغيرة.

* الدكتور سامي قدسية أستاذ مساعد في قسم هندسة القوى الميكانيكية بكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

مقدمة:

من المعروف أن زيادة الجودة في العمل ورفع المستوى التقني لزيادة إنتاجية الآليات والآلات يتعلق كثيراً بتطور أجهزة نقل الحركة.

بما أن نواقل الحركة الهيدروليكية أكثر تطوراً من نواقل الحركة الميكانيكية لتمتعها بميزات أكثر، فإن زيادة الاستطاعة المنقولة هيدروليكياً إلى الأجزاء المتحركة في الآلية أو الآلة يعتبر من أهم هذه الميزات، مما يساعد كثيراً في تأمين نظام عمل تكنولوجي أفضل وبالتالي يؤمن زيادة في إنتاجية الآلية وتصغير أبعادها وسهولة خدمتها وفي النهاية يؤدي إلى خفض كلفة العملية الإنتاجية.

كذلك من المعروف أن زيادة الحمولة المطبقة على الآلية لفترة زمنية طويلة يتطلب زيادة في استطاعة الآلية مما يجعل مردود الآلية أكثر تأثراً في هذه العملية وبالتالي خفض قيمته وهذا معناه زيادة في استهلاك الوقود.

بما أن الوسيط السائل في الجمل الهيدروليكية هو العامل الأساسي في نقل الحركة، فإن العمل لفترة طويلة وبالأخص عند مردود منخفض يظهر أن لدرجتي حرارة الوسيط السائل في الجمل الهيدروليكية والوسط الخارجي المحيط تأثيراً كبيراً على مردود عمل هذه الجمل، حيث تغير درجة الحرارة يؤثر على خاصية لزوجة الوسيط السائل وعلى القيم الإجمالية لمعامل النقل الحراري والسعة الحرارية لأجزاء الجملة وبالتالي سيكون التأثير على الاستطاعة والمردود على الشروط الاستثمارية للآلية أو الآلة.

انطلاقاً مما ذكر أعلاه نرى أهمية البحث في إيجاد طريقة تساعد وبشكل مباشر في تحديد الشروط المثلى لعمل جملة هيدروليكية (ناقل حركة هيدروليكي) مزودة في الآلية بشكل يتوافق مع تغير درجة حرارة الوسط الخارجي.

من أجل ذلك نلجأ في البداية إلى دراسة عمل ناقل حركة هيدروليكي عند نظام عمل مستقر لتحديد درجة الحرارة العظمى للوسيط السائل وذلك بواسطة معادلة التوازن الحرارية التالية:

$$P.Q_T\,(1-\eta) = K_C\,(T_{max} - T_o) \qquad (1)$$

حيث:

P: الضغط عند مخرج مضخة الجملة الهيدروليكية في الآلية.

Q_T: التدفق النظري للمضخة.

η: مردود الجملة الهيدروليكية.

K_C: القيمة الإجمالية لمعامل النقل الحراري للجملة الهيدروليكية.

Tmax: درجة الحرارة العظمى للوسيط السائل في الجملة الهيدروليكية عند درجة الحرارة العادية T_0 للوسط المحيط.

عند عمل الجملة الهيدروليكية ضمن نظام مستقر فإن عدد دورات محور المضخة يكون ثابتاً وبالتالي فإن تدفقها النظري يبقى ثابتاً، إلا أن تدفقها العملي يتغير نتيجة لتغير لزوجة الوسيط السائل بسبب ارتفاع درجة حرارته، لذلك يلاحظ عند جريان الوسيط السائل في أنابيب الجملة الهيدروليكية وجود علاقة بين تدفق الوسيط السائل ولزوجته مع ضغط هذا الوسيط ويعبر عن هذه العلاقة بالمعادلات التالية:

$$\left.\begin{aligned} P &= P_H + P_n \\ P_n &= C_1\,Q_T\,\bar{\nu} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

حيث

و

$$\left.\begin{aligned} Q_T &= Q_H + Q_n \\ Q_n &= C_2.\, P/\bar{\nu} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

حيث:

H وn رموز الحمولة والفواقد.

C_2 وC_1 عوامل فواقد التدفق والضغط.

$\bar{\nu}$ القيمة الوسطية للزوجة الحركية للوسيط السائل.

لتحديد قيمة ضغط السائل عند مخرج المضخة نعوض 3 في 2 فنحصل على المعادلة التالية:

$$P = \frac{P_H + C_1.Q_H.\bar{\nu}}{1 - C_1.C_2} \quad (4)$$

وبتعويض قيمة الضغط من المعادلة 4 في المعادلة 1 نحصل على العلاقة الوظيفية التي تربط تغير درجة الحرارة (الفرق بين درجتي حرارة الوسيط السائل والوسط المحيط) بالفواقد النسبية (η-1)

حيث

$Q_T = Q_H + Q_n$

$Q_n = C_2.\, P/\bar{\nu}$

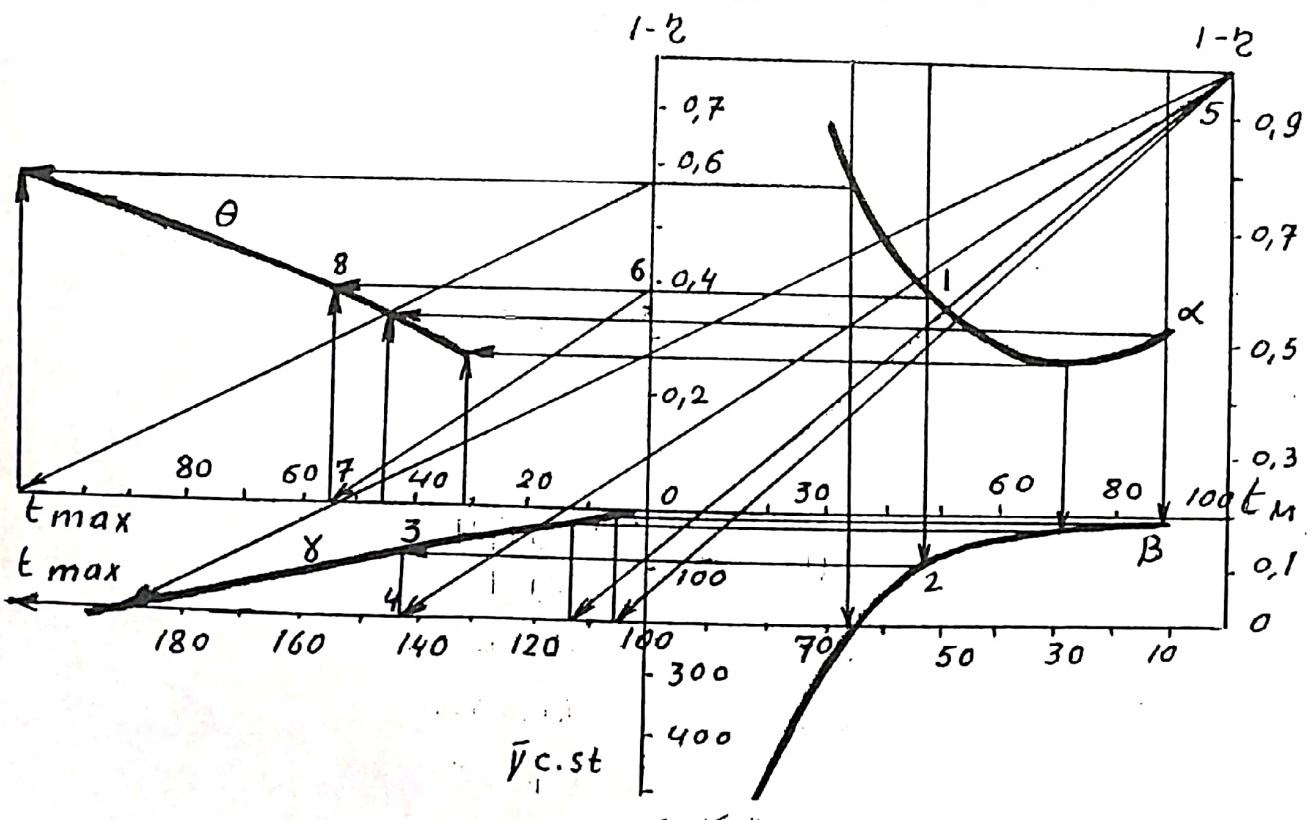
وباللزوجة $\bar{\nu}$ والضغط P_H والتدفق Q_H والثوابت K_C وC_1 وC_2 وفق المعادلة التالية:

$$T_{max} = \left[\frac{P_H.Q_T + C_1 Q_H.\bar{\nu}.Q_T}{K_c^2.T_0.(1-C_1C_2)}\right](1-\eta) + 1 \quad (5)$$

بما أن قيمة الواحد ف بالمعادلة (5) صغيرة بالنسبة لدرجة الحرارة العظمى بالتالي يمكن إهمالها ومنه تصبح المعادلة (5) وفق الشكل التالي:

$$T_{max} = \left[\frac{P_H.Q_T + C_1 Q_H.\bar{\nu}.Q_T}{K_c^2.T_0.(1-C_1C_2)}\right](1-\eta) \quad (6)$$

لتوضيح المعادلة (6) وإيجاد العلاقة بين درجتي حرارة الوسيط السائل Tm والوسط المحيط T_0 بكل من الفواقد النسبية (η-1) وΔT_{max} واللزوجة الحركية $\bar{V}$ نلجأ إلى إنشاء مخطط بياني (Nomogram) محاوره الإحداثية هي البارامترات المذكورة كما هو موضح في الشكل (1).



الشكل (1)

المنحنيات α وβ وγ تم الحصول عليها بقياس درجات الحرارة ولزوجة الوسيط السائل الموافقة لها ومعرفة الاستطاعة المقدمة عند شروط عمل مختلفة لحساب المردود وبالتالي معرفة الفواقد النسبية $(1-\eta)$.

لتحديد الزيادة الضرورية بدرجة حرارة الوسيط السائل من أجل الحصول على نظام عمل أفضل للنقل الحراري في الجملة الهيدروليكية عند قيم اختيارية للزوجة الحركية $\bar{\nu}$ يلجأ إلى رسم المنحني θ المبين في المخطط البياني (شكل - 1) الذي يتم الحصول عليه بطريقة تزايد أرقام النقاط الموضحة في الشكل 1.

يتم الحصول على الزيادة بدرجة حرارة الوسيط السائل من تقاطع المستقيمات الواصلة بين النقاط 1 و8 والنقاط 7 و8 المنطلقة من المحاور الإحداثية $(1-\eta)$ وTmax.

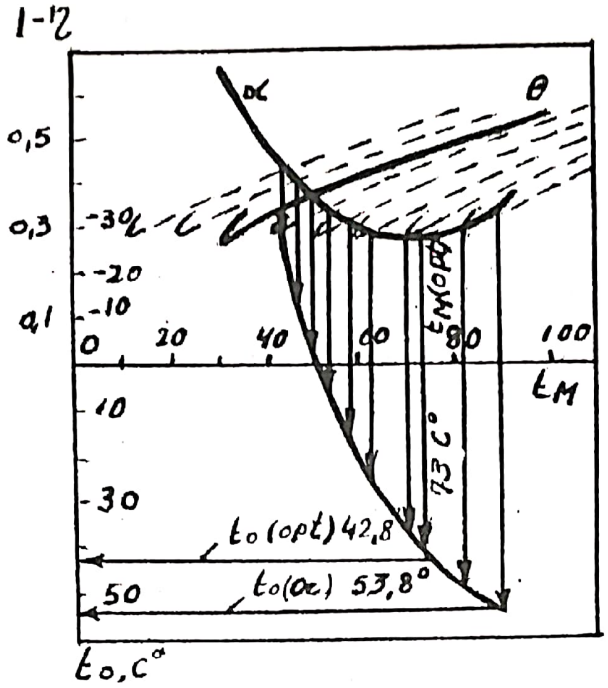
من شكل المنحني θ يلاحظ تعلقه بدرجة حرارة الوسط المحيط وبالمجال الأفضل لدرجات حرارة الهواء من أجل جمل هيدروليكية ذات عوامل نقل حرارية وسعات حرارية وباراميترات معروفة تساعد على تحديد أنظمة عمل أفضل.

كذلك يلاحظ من الشكل 1 أن إحداثيات المستقيم γ المحدد لتغير درجة الحرارة بالنسبة للزوجة الحركية $\bar{\nu}$ عند $\eta=0$ تكون متقاطعة مع المحاور الإحداثية للمخطط في النقطة صفر كذلك يمكن تحديد قيمة الطرف الأيمن من المعادلة (6) على شكل مستقيمات صغيرة على المخطط بوساطة خطوط متوازية للمستقيمات الواصلة بين 5 و4 و6 و7.

من المعروف أن الحمولات العالية التي تتعرض لها الآلية تحصل أثناء فترات العمل الإنتاجية، لذلك فإن العمل المجهد للجمل الهيدروليكية يظهر بشكل أساسي في هذه الفترات عند أنظمة عمل مستقرة وبالتالي يكون الجزء الرئيسي من فواقد الطاقة (الوقود) متوافقاً وبشكل مباشر مع أنظمة العمل هذه.

يتميز نظام العمل المستقر للجملة الهيدروليكية في هذه الحالة بوصول درجة حرارة وسيطها السائل إلى قيمها العظمى، التي بوساطتها يمكن تحديد قيمة الفاقد في الجملة الهيدروليكية.

باستخدام المنحني θ المحدد للفرق المطلوب في درجات الحرارة للحصول على نقل حراري أفضل ضمن نظام عمل مستقر للجملة الهيدروليكية عند قيم محددة للفواقد النسبية، وكذلك باستخدام المنحني α المعبر عن علاقة مردود الجملة الهيدروليكية بدرجة حرارة وسيطها السائل Tm يمكن الحصول على مخطط بياني يبين العلاقة بين درجة حرارة الوسيط السائل للجملة الهيدروليكية ودرجة حرار ةالوسط المحيط وذلك بتطبيق المحور Tmax على المحور Tm من الشكل 1 فنحصل على المخطط شكل 2.



(شكل 2)

يلاحظ من الشكل 2 إن نقاط تقاطع المنحنيات θ مع المنحني α تمثل القيم العظمى لدرجة حرارة الوسيط السائل في الجملة الهيدروليكية عند حدوث فواقد نسبية توافق درجة الحرارة صفر للوسط المحيط.

للحصول على درجة الحرارة العظمى للوسيط السائل الموافقة لدرجة حرارة الوسط المحيط غير المساوية للصفر يلجأ إلى إزاحة المحور Tmax إلى اليمين بمقدار درجة حرارة الوسط المحيط T_0 عندما تكون $T_0>0$. بعد ذلك نزيح نقاط تقاطع المنحنيات بشكل شاقولي للأسفل، ومن ثم نقيم مستقيمات أفقية موافقة لقيمها من المحور T_0 (شكل 4) فنحصل على نقاط يعطي وصل بعضها بالبعض الآخر منحنياً يعبر عن علاقة درجة الحرارة العظمى للوسيط السائل في الجملة الهيدروليكية بدرجة حرارة الوسط المحيط.

يشير تحليل هذه العلاقة إلى وجود درجة حرارة عظمى حدية للوسط المحيط T_{0cr} لكل جملة هيدروليكية، مما يعني أن استثمار الآليات والآلات المزودة بجمل هيدروليكية عند شروط $T_0>T_{0cr}$ سيؤدي إلى زيادة درجة حرارة الوسيط السائل في الجملة الهيدروليكية حتى القيمة التي يصبح عندها المردود النهائي لهذه الجملة قريباً من الصفر. كذلك تساعد هذه العلاقة على تحديد الشروط العملية اللازمة لاستثمار الجمل الهيدروليكية.

على سبيل المثال درجة الحرارة المثلى لعمل وسيط سائل في جملة هيدروليكية هي 73C° وعامل النقل الحراري لهذا الوسيط هو 55.5 W/C° فإن المجال الأمثل لعمل الجملة الهيدروليكية في الوسط المحيط سيكون متراوحاً بين 37-48 C° (انظر الشكل 2) أما درجة الحرارة الحدية T_{0cr} للوسط المحيط فتكون مساوية إلى 53.8 C°.

من هذا المثال تتضح أهمية استخدام الطريقة المذكورة أعلاه في تحديد النظام الأمثل لعمل أية جملة هيدروليكية في أوساط محيطة متغيرة الشروط.

نتيجة:

مما ذكر أعلاه نستنتج أن الطريقة المستخدمة للمخططين البيانيين المبنيين أعلاه تساعدنا في تحديد أو معرفة درجة الحرارة T_{0cr} للوسط المحيط، التي تعتبر مهمة جداً لعمل الأجزاء المتحركة من الالية المتصلة بالجملة الهيدروليكية، حيث أن استثمار هذه الجمل في أوساط محيطة درجات حرارتها قريبة من القيم الحرجة يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة وسيطها السائل وبالتالي انخفاض لزوجته الذي يؤدي مع مرور الزمن إلى خفض صلاحية عمل الجملة الهيدروليكية أو توقفها عن العمل.

يفضل عند تصميم الآليات المزودة بجمل هيدروليكية الأخذ بعين الاعتبار العمل ضمن الحدود المسموح بها للنقل الحراري وشروط هذا العمل، ضماناً لتأمين المردود المطلوب والأفضل لهذه الجمل عند شروط مناخية متغيرة بشكل مفاجئ.

❑ ABSTRACT ❑

Due to hydraulic system work (hydraulic movable transmission) in the machines for long time period, the liquid in these system will increase its temperature and decrease its density, Since the system generally act in an atmospheric medium of variable temperature, the density of that liquid - medium will be variable also. This will negatively affect on the hydraulic - system efficiency.

To insure the best work (in those variable conditions) we have to know the critical temperature of the atmosphere - medium (which in getting best efficiency for that hydraulic system) to find a method and a nomogram (discussed in the present work) that help in the determination of the ideal system for any hydraulic systems work in an atmospheric - medium which my be considered as a variable condition.

المراجع

1. باشتا. ت. م. 1974.
"المضخات الحجمية والمحركات الهيدروليكية والجمل الهيدروليكية"
دار بناء الآلات – موسكو.
2. بانو مارينكا. يو. ف. 1969 "اختبار النواقل الهيدروليكية" دار بناء الآلات – موسكو.
3. الأسس النظرية والتصميمية للنواقل الهيدروليكية الحجمية. بإشراف براكوفييف. ف. ي. 1968 – موسكو.
4. فيلتر. يا. م. وغيره – 1976. مرجع الهيدروليك والآلات الهيدروليكية والنواقل الهيدروليكية. دار المدرسة العليا – مينسك.