جامعة حمص
كلية الهندسة الكيميائية والبترولية
قسم الهندسة البترولية

سلم تصحيح مقرر ميكانيك آلات الحفر والإنتاج (2)
قسم الهندسة البترولية – السنة الرابعة
الفصل الثاني - العام الدراسي 2024 – 2025

السؤال الأول: (14 درجة)

سبعة تعاليل ، لكل تعليل درجتان وبالتالي مجموع درجات السؤال الأول 14 درجة.

السؤال الثاني: (6+8 = 14 درجة)

الطلب الأول (6 درجات) على ذكر معادلة تقدم الدقاق واستخداماتها وهي:

منحني تقدم المدقاق للبئر يمثل علاقة تغير عمق البئر برقم مرحلة الرفع المطابق وتكون معادلة المنحني من الشكل $L = F(\beta)$ حيث تعكس علاقة العمق الحالي للبئر برقم مرحلة الرفع (β).

تستخدم معادلات تقدم الدقاق بشكل عام من أجل :

- تحديد الطول الكلي للمواسير المرفوعة والمنزلة في البئر .
- تحديد زمن عمليات الرفع والإنزال وذلك انطلاقاً من مؤشرات ومواصفات الأجهزة الرافعة المستخدمة في وحدة الحفر .
- تحديد وحساب الفترة الزمنية لخدمة عناصر مجموعة الرفع (عمر الاستهلاك) .

الطلب الثاني (8 درجات) على ذكر أشكال ومعادلات تقدم الدقاق:

- بشكل خطي معادلته : $L = a + m.\beta$ ويصادف في حفر الآبار القليلة العمق $(1100 \div 1600)$ متر .
- بشكل قطع مكافئ معادلته : $L = a.\beta^m$ يصادف في حفر الآبار متوسطة العمق والعميقة ويكون $a > 1$ و $0.2 \leq m < 0.7$.
- بشكل قطع زائد معادلته من الشكل $L = \frac{\beta}{m.\beta+b}$ ويصادف في حفر الآبار العميقة وذات طبيعة الصخور القاسية حيث b،m أقل من الواحد .

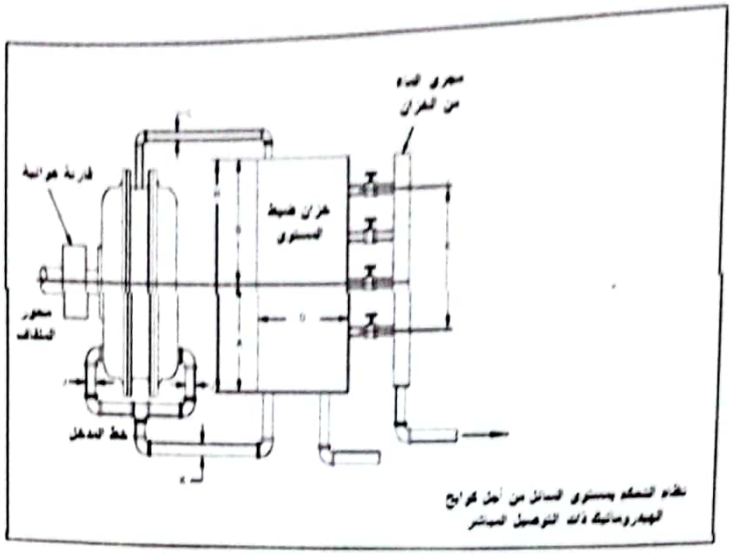
السؤال الثالث: (7 + 3 + 4 = 14 درجة)

(7 درجات): على شرح مبدأ عمل الكابح العنفي الحركي (الهيدروماتيك) مع الرسم كما يلي:

يتلخص مبدأ عمل الكابح العنفي الحركي عند إنزال مجموعة مواسير الحفر بامتصاصه جزء من الطاقة الحركية للمحور الرافع و تحويلها إلى طاقة حرارية و ذلك عن طريق الماء الموجود في الكابح ، فيسخن الماء و لا يجوز رفع درجة حرارته لأكثر من (100) درجة مئوية لأن الماء عند هذه الدرجة يصل إلى درجة الغليان و يبدأ بالتحول إلى بخار فاقداً بذلك خصائصه الهيدروليكية.

عند توصيل محور الكابح مع محور الأجهزة الرافعة خلال عمليات الإنزال يدور الجزء الدوار (الروتر) بسرعة دورانية مساوية لسرعة دوران محور الأجهزة الرافعة طارداً الماء باتجاه الشفرات (الزعانف) المائلة الموجودة داخل الجزء الثابت ، و عند ارتطام الماء بهذه الزعانف يرتد باتجاه معاكس لاتجاه الزعانف المركبة على الجزء الدوار معرقلاً حركته وبتكرار هذه العملية تزداد القوى المعرقلة لحركة الجزء الدوار مما يولد عزم كبح يعاكس الحركة الدورانية لمحور الأجهزة الرافعة و يقلل من سرعة دورانه و بالنتيجة تنخفض سرعة إنزال مجموعة مواسير الحفر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



(3 درجات): على ذكر كيفية توصيل الكوابح المساعدة مع المحور الرافع كما يلي:

يتم توصيل الكوابح المساعدة بالمحور الرافع للأجهزة الرافعة بواسطة:

- قارنة احتكاكية مطاطية هوائية.
- أو قارنة ذات اتجاه واحد.
- أو قارنة حدبية.

(4 درجات): على ذكر العلاقات الرياضية لحساب قطر دولاب القسم المتحرك للكابح كما يلي:

يتحدد قطر الدولاب العنفة (الروتر) DR للكابح العنفي الحركي انطلاقاً من علاقة القيمة القصوى لعزم الكبح عندما يكون القطر الداخلي لحلقة السائل العامل مساوياً للصفر (d=0) ويكون الكابح مملوءاً بالسائل حيث يعتبر القطر الخارجي لحلقة السائل مساوياً لقطر الدولاب العنفة (D=DR) :

$$M_{b\,max} = \lambda_M . \rho . D^5 . n^2$$

$$D_R = \sqrt[5]{\frac{M_{b\,max}}{\lambda_M . \rho . n^2}}$$

λ_M : معامل العزم الهيدروليكي.

D : القطر الخارجي لحلقة السائل العامل المتكونة عند دوران الدولاب العنفة.

d : القطر الداخلي لحلقة السائل العامل الذي يعتمد على مستوى السائل في الكابح.

n : عدد دورات الدولاب العنفة (الروتر) ، (دورة/ دقيقة) .

السؤال الرابع: (8 + 6 = 14 درجة)

الطلب الأول (8 درجات): على ذكر نوع وحمولات مضاجع رحى المنضدة الرحوية كما يلي:

المضاجع الرئيسية هي مضاجع تدحرجية كروية ، وتتحمل الحمولات المحورية الناتجة عن إسناد عمود المواسير على فوهة المنضدة الرحوية خلال عمليات الرفع والإنزال وإطالة عمود المواسير خلال عملية الحفر ، إضافة إلى قوة الاحتكاك الحاصلة بين قلم الحفر ومدحرجات المنضدة ، وتكون هذه المضاجع من النوع الاهتزازي الإسنادي- القطري وذوات كرات تتراوح أقطارها بين (63.5 ÷ 101.6) ملم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تؤثر على المضاجع المساعدة الحمولات الأفقية الناتجة عن محولات العزوم المسننة وتؤثر على هذه المضاجع قوى لحظية ناتجة عن الاحتكاك والضربات الحاصلة في المنضدة نفسها أثناء رفع مواسير الحفر وتكون هذه المضاجع من النوع الاهتزازي القطري- الإسنادي وتستخدم مدحرجات ذوات قدرات تحمل أقل وتتراوح أقطارها بين (38.1 ÷ 47.6) ملم.

الطلب الثاني (6 درجات): على تحديد قطر الفتحة الوسطية للمنضدة الرحوية كما يلي:

يجب أن يكون كافياً من أجل إنزال مواسير التغليف والدقاقات المستخدمة في حفر البئر ، لهذا يجب أن يكون قطر فتحة المنضدة الرحوية أكبر من قطر دقاق المرحلة الدليلة ويحدد بالعلاقة التالية :

$$D = D_B + \delta$$

حيث أن :

D : قطر الفتحة الوسطية للمنضدة الرحوية .

D_B : قطر الدقاق المستخدم في حفر المرحلة الدليلة.

δ : الفراغ الضروري لمرور الدقاق بحرية من خلال الفتحة (30 ÷ 50) ملم.

في حالة الحفر البحري يكون قطر الفتحة الوسطية للمنضدة الرحوية أكبر منه على اليابسة لأنه في الحفر البحري يعتمد قطر الفتحة الوسطية للمنضدة الرحوية على قطر الأنبوب العازل للماء الذي يربط بين منصة الحفر وفوهة البئر على قاع البحر.

<u>المسؤال الخامس: (10 + 4 = 14 درجة)</u>

الطلب الأول (10 درجات):

تتحدد أقطار حجيرات السحب والضخ وفق القيمة الأعظمية لغزارة المضخة وحسب شرط استمرارية تدفق السائل لدينا:

$$Q = \frac{\pi . d_1^2}{4} V_1 = \frac{\pi . d_2^2}{4} . V_2$$

d_2, d_1 : قطر حجيرات السحب والضخ على التوالي.

V_2, V_1 : متوسط سرعة تدفق السائل في حجيرات السحب والضخ على التوالي .

تحدد سرعة تدفق السائل في حجيرات السحب والضخ لمضخات الحفر في حدود (1 ÷ 2) متر/ ثانية في حجيرات السحب و(1.5 ÷ 2.5) متر/ ثانية في حجيرات الضخ ، ويسمح بالقيم الأعظمية في حالة تأمين استناد جيد وأمين لخط سحب المضخة.

تحدد المسافة الشاقولية لرفع صحن المصمام عن مقعده من شروط الاستقرار اللين من العلاقة:

$$h_{max} \times n \leq 1200 - 1300$$

h_{max}: المسافة المسموح بها لارتفاع صحن الصمام.

n: عدد أشواط المكبس في الدقيقة.

عند فتح الصمام تحدد مساحة فتحة عبور السائل عند الحافة المخروطية لمقعد الصمام بالعلاقة:

$$f_h = \pi \times d_k \frac{h_{max}}{\cos \alpha}$$

d_k: قطر فتحة المرور عند الحافة المخروطية لمقعد الصمام.

α: الزاوية الحاصلة بين طرف المخروط ومحوره.

حسب شرط الاستمرارية لتدفق السائل من حجيرة عاملة واحدة لدينا:

$$F_p \times r \times \omega = F_h \times v$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

F_p: مساحة المقطع العرضي للمكبس.

r: نصف قطر المرفق.

v: متوسط السرعة الافتراضية للسائل عند الحافة المخروطية لمقعد الصمام.

وبالتالي يمكن تحديد قطر الصمام بالعلاقة التالية:

$$d = \frac{F_p \times r \times \omega}{\frac{\pi \times h_{max}}{\cos \alpha} V}$$

الطلب الثاني (4 درجات): على ذكر الفرق بين مضخات سائل الحفر أحادية الشوط وثنائية الشوط كما يلي:

المضخات أحادية الشوط: تملك حجيرة عاملة واحدة وصمام سحب واحد وصمام ضخ واحد وخلال شوط واحد للمكبس تتحقق دورة واحدة للسحب والضخ.

المضخات ثنائية الشوط: تملك حجيرتين عاملتين أمام المكبس وخلف المكبس ، وصمامين للسحب وصمامين للضخ ، وخلال شوط واحد للمكبس تتحقق دورتين للسحب ودورتين للضخ وبالتالي تحقق هذه المضخات استقراراً أكبر لتدفق سائل الحفر من المضخات أحادية الشوط.

أستاذ المقرر

أ.د. محمود حدير

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner