جامعة حمص

كلية الهندسة الكيميائية والبترولية

قسم الهندسة البترولية

سلم تصحيح مقرر ميكانيك آلات الحفر والإنتاج (١)

لطلاب السنة الرابعة - الفصل الأول - العام الدراسي ٢٠٢٤ - ٢٠٢٥

السؤال الأول: (٣ × ٥ = ١٥ درجة)

خمسة أسئلة لكل سؤال **ثلاث درجات** ، وبالتالي مجموع درجات السؤال الأول **١٥ درجة**.

١. ميزات المدحرجات الكروية للمضاجع المستخدمة في المنضدة الرحوية هي:

- امتصاص حلقات قشورها للقوى اللامركزية المتولدة في مدحرجات المضاجع.
- الاستهلاك المنتظم لهذه الكرات.
- إمكانيتها العمل بسرع دورانية كبيرة.

٢. القيم النسبية لمؤشرات محرك الديزل هي:

المعامل النظامي لاحتياطي عزم دوران محرك الديزل:

$$K_M = \frac{M_{max} - M_N}{M_N} \times 100\%$$

معامل التأقلم:

$$K_0 = \frac{M_{MAX}}{M_N}$$

مجال المعايرة:

$$R = \frac{n_{max}}{n_N}$$

n_{max}, M_{max}: العزم الدوراني وسرعة الدوران في النظام الأعظمي للعزم الدوراني.

n_N, M_N: العزم الدوراني وسرعة الدوران النظاميين.

٣. طبيعة تحميل المنضدة الرحوية ومضخات الحفر خلال دورة عمل دقاق واحد هي:

خلال عمليات الرفع والإنزال تتعرض المنضدة الرحوية إلى حمولات تتغير باستمرار متصاعدة دورياً خلال عمليات الإنزال (المرحلة الأولى) ومتناقصة دورياً خلال عملية الرفع (المرحلة الثالثة) ، يتخللها تحميل جزئي خلال شد مقاطع المواسير (المرحلة الأولى) وفك مقاطع المواسير (المرحلة الثالثة) بينما في المرحلة الثانية تكون المنضدة الرحوية تحت التحميل المستمر.

أما مضخات سائل الحفر فينحصر عملها في المرحلة الثانية (مرحلة الحفر الفعلية) وتكون تحت التحميل المستمر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤. المهام الأساسية لمنظومة الكبل المعدنية هي:

- تخفيف الحمولة عن الأجهزة الرافعة و بالتالي تقليل الاستطاعة اللازمة لمجموعة تشغيل مجموعة الرفع بكاملها.
- تحويل الحركة الدورانية لمحاور الأجهزة الرافعة و مجموعة تشغيلها إلى حركة مستقيمة شاقولية متوافقة مع حركة مجموعة المواسير خلال عمليات الرفع و الإنزال و عمليات الحفر أيضاً.

٥. الحمولة النظامية والحمولة الحدية هي:

- الحمولة النظامية تتحدد وفق وزن مواسير الحفر أو التغليف التي تتحمله وحدة الحفر لفترات زمنية طويلة.
- الحمولة الحدية هي الوزن التي تتحمله وحدة الحفر لفترة زمنية قصيرة ، ويستخدم في حالة الطوارئ وحل المشاكل مثل الاستعصاء ، وتزيد الحمولة الحدية بمقدار (20 – 30 %) عن الحمولة النظامية.

السؤال الثاني: (٦ + ٨ = ١٤ درجة)

الطلب الأول: درجتان على ذكر وظيفة مجموعة الحفر الهيدروليكية وأربع درجات على تعداد الأجزاء الأساسية لها وهي كالتالي:

الوظيفة هي تحضير سائل الحفر بالمواصفات المطلوبة وضخه في البئر بالغزارة والضغط المطلوبين ومن ثم تنظيفه ومعالجته بعد خروجه من البئر ، تتضمن هذه المجموعة ما يلي:

- معدات تحضير سائل الحفر بالمواصفات والمضافات المطلوبة وتشكل (خزانات الطفلة العادية والمثقلة ، الخزانات الاحتياطية ، قمع الإضافة، الخلاطات ..الخ) .
- مضخات سائل الحفر الأساسية والاحتياطية والمانيفولد السطحي .
- معدات تنظيف سائل الحفر بعد خروجه من البئر وإعادة مواصفاته إلى ما كانت عليه قبل الضخ وتشمل: (خزانات الترسيب والترقيد، المناخل الهزازة فواصل الرمل والطمي والغاز ..الخ) .

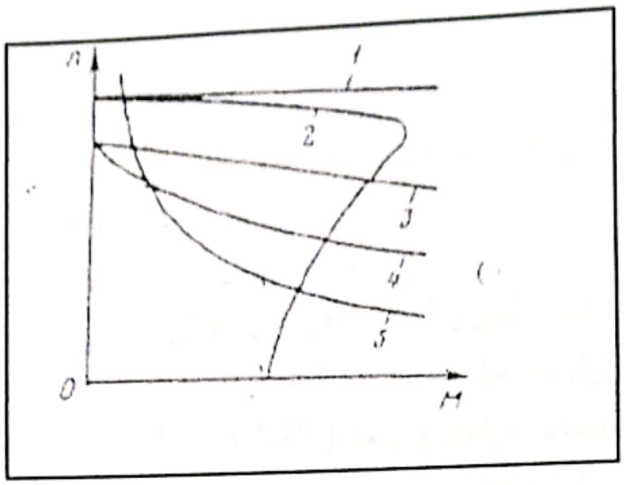
الطلب الثاني: ثمان درجات على رسم المخطط العام الأساسي لوحدة الحفر الدوراني والذي يبين الترابط بين أجزاء وحدة الحفر ، مع ذكر كامل المسميات على المخطط.

السؤال الثالث: (٦ + ٨ = ١٤ درجة)

الطلب الأول: درجتان على الرسم وأربع درجات على ذكر المواصفات الميكانيكية النظامية للمحركات الكهربائية.

يبين الشكل المواصفات الميكانيكية النظامية للمحركات الكهربائية التي يمكن أن نميز عليها ثلاثة أنواع من المواصفات:

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



- مواصفات مطلقة القساوة: (المنحني ١) تتميز بها المحركات الكهربائية المتزامنة ذات التيار المتناوب $(\propto = \infty, \Delta n = 0)$.
- مواصفات قاسية: تتميز بها المحركات الكهربائية غير المتزامنة ذات التيار المتناوب في الجزء الخطي من مواصفاتها (المنحني ٢) ، وكذلك المحركات الكهربائية ذات التيار المستمر والإثارة المتوازية (المنحني ٣) $(\propto = 10 - 40)$.
- مواصفات مرنة: وهي مواصفات المحركات التي يكون انخفاض السرعة الدورانية فيها كبيراً وتكون قيمة معامل القساوة $(\propto < 10)$ ، تتميز بمثل هذه المواصفات المحركات الكهربائية ذات الإثارة المتوالية (المنحني ٥) والإثارة المختلطة (المنحني ٤).

الطلب الثاني ٨ درجات على ذكر العلاقات الرياضية المستخدمة في تحديد استطاعة محركات وحدة الحفر ذات مصادر التشغيل الجماعية ، وهي كالتالي:

في التطبيقات العملية تحدد الاستطاعة المطلوبة لمحركات وحدة الحفر ذات مصادر التشغيل الجماعية وفق العلاقة:

$$N_t = 1.15(N_D + N_R + N_P)$$

1.15: معامل يأخذ بالحسبان الاستطاعة المستهلكة في أجهزة تحضير ومعالجة سائل الحفر وضاغطات الهواء و المفاتيح الآلية و غيرها من الأجهزة الثانوية في وحدة الحفر.

N_D: استطاعة مجموعة الرفع.

N_R: استطاعة المنضدة الرحوية.

N_P: استطاعة مضخات سائل الحفر.

$$N_D = \frac{P.V_h}{\eta_D}$$

P: وزن مجموعة المواسير المرفوعة من البئر (الحمل على الخطاف) مضافاً إليه وزن الأجزاء المتحركة من منظومة الكبال المعدنية (بكرات متحركة – كبال الحفر – الخطاف):

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$P = P_h + G_t$

P_h: وزن مجموعة المواسير المرفوعة من البئر و يعطى بالعلاقة التالية:

$$P_h = K_1(L_p.q_p + L_c.q_c)$$

حيث أن:

L_p , L_c: طول كل من مواسير الحفر و أعمدة الحفر على التوالي.

q_p , q_c: وزن واحدة الطول لكل من المواسير و الأعمدة على التوالي.

K_1: معامل احتساب استعصاء المواسير و يؤخذ ($K_1 = 1.25$).

η_D: المردود المفيد للسلسلة الحركية من محور المحرك و حتى الملفاف.

استطاعة المنضدة الرحوية (N_R):

تستهلك المنضدة الرحوية الاستطاعة المقدمة إليها بثلاثة وجوه:

- استطاعة للتدوير الحر لمجموعة المواسير.
- استطاعة لتدوير الدقاق و تفتيت الصخر.
- استطاعة ضائعة في السلسلة الحركية من المحرك و حتى المنضدة الرحوية.

- الاستطاعة اللازمة للتدوير الحر لمجموعة المواسير بـــ (Kw) تحدد بالعلاقة:

$$N_a = C.\rho_f.g.(L_p.d_p^2 + L_c.d_c^2 + L_{Hw}.d_{Hw}^2)n^{1.7}$$

C: معامل احتساب انحراف البئر (بدون واحدة).

ρ_f: كثافة سائل الحفر (Kg/m^3).

g: تسارع الجاذبية الأرضية (m/Sec^2).

d_p , d_c , d_{Hw}: القطر الخارجي لمواسير الحفر وأعمدة الحفر والمواسير المثقلة على التوالي (m).

L_p , L_c , L_{Hw}: طول مواسير الحفر العادية و أعمدة الحفر و المواسير المثقلة على التوالي (m).

n: عدد دورات المنضدة الرحوية (r.p.m).

- الاستطاعة اللازمة لتهشيم التربة بواسطة الدقاق بـــ (Kw) تحدد بالعلاقة:

$$N_b = 34.2 \times 10^{-4}.K.G.D_B.n$$

K: معامل احتساب مقاومة دوران الدقاق على قعر البئر.

G: الحمولة المطبقة على الدقاق (Ton_f).

D_B: قطر الدقاق (cm).

n: سرعة دوران الدقاق (عدد دورات المنضدة) (r.p.m).

$$N_R = \frac{N_a + N_b}{\eta_R}$$

η_R: معامل المردود المفيد للأجزاء المتحركة من محور المحرك و حتى المنضدة الرحوية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

استطاعة مضخات سائل الحفر (N_P):

تحدد هذه الاستطاعة وفق العلاقة التالية:

$$N_P = \frac{P.Q}{\eta_P}$$

Q: الغزارة المثالية للمضخة (m^3/Sec).

P: الضغط الضائع على طول مسار سائل الحفر و لدورة كاملة (Pascal).

η_P: المردود المفيد الكلي للمضخة.

السؤال الرابع: (٨ + ٦ = ١٤ درجة)

الطلب الأول: درجتان على تحديد المردود المفيد للجهاز المنفذ اعتماداً على العلاقة التحويلية لعزوم الدوران والعلاقة التحويلية لسرع الدوران.

درجتان على تحديد العزوم الدورانية الثلاث المؤثرة على وسائل التنسيق الاصطناعي (عزم المحرك وعزم الجهاز المنفذ والعزم المسندي)

أربع درجات على تحديد نوع وسائل التنسيق فيما إذا كانت مخفضة لسرع الدوران أو تسارعية وذلك حسب قيمة المعامل (K) معامل تحويل عزوم الدوران.

الطلب الثاني: درجة واحدة على ذكر أجزاء القارنة المطاطية الهوائية ودرجتان على ذكر الميزات وثلاث درجات على ذكر مبدأ العمل.

تتكون القارنة المطاطية الهوائية من نصفين:

الأول: يمثل فلنجة حديدية اسطوانية تركب على أحد المحورين.

الثاني: يتكون من إطار حديدي اسطواني مثبت به من الداخل بالون مطاطي اسطواني مجوف تثبت على سطحه الخارجي الداخلي صفائح احتكاكية.

ميزات القارنة المطاطية الهوائية هي:

- بساطة التصميم.
- انخفاض تكاليفها و إمكانية الصيانة الحقلية.
- حساسيتها القليلة للانحراف المحوري للمحاور.

مبدأ العمل: تتم عملية توصيل جزئي القارنة بضخ الهواء المضغوط إلى داخل البالون المطاطي مما يؤدي إلى انتفاخه و تقلص قطره الداخلي الخارجي دافعاً الصفائح الاحتكاكية نحو الالتصاق بفلنجة النصف الثاني و دورانهما معاً.

تؤدي القوى الطاردة المركزية المتولدة نتيجة دوران القارنة إلى دفع الصفائح الاحتكاكية بعيداً عن فلنجة النصف الثاني للقارنة مقللة بذلك عزم التماسك ، هذه القوى تؤثر إيجابياً في عمل القارنة عند إيقافها حيث تسرع عملية الفصل بين نصفي القارنة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

السؤال الخامس: (٣ + ١٠ = ١٣ درجة)

الطلب الأول: ثلاث درجات على تعداد القواعد الأفقية التي يزود بها برج الحفر وهي:

١. قاعدة المجموعة التاجية أو القاعدة العليا حيث تثبت عليها مجموعة البكرات التاجية.
٢. قاعدة عامل البرج أو القاعدة الوسطية التي يعمل عليها عامل البرج لتثبيت نهاية مقطع المواسير المنزل في البئر داخل لاقطة المواسير أو تحرير هذه النهاية من لاقطة المواسير عند الرفع و دفع المقطع إلى مخزن المواسير.
٣. منصة (أرضية) البرج أو القاعدة السفلى التي تمثل الموقع الرئيسي في الوحدة.

الطلب الثاني: ٥ درجات على تحديد الحالة الحدية الأولى لتصميم برج الحفر (ضياع مقاومة البرج) مع ذكر العلاقات الرياضية وشرح رموز العلاقات.

٥ درجات على تحديد الحالة الحدية الثانية لتصميم برج الحفر (حالة التشوه) مع ذكر العلاقات الرياضية وشرح رموز العلاقات.

مدرس المقرر

أ.د. محمود حديد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner