قسم الهندسة الزراعية كلية علوم الأغذية والزراعة	هيدروليكا الآبار والمضخات (٤٣٧هزر) الأختبار الدوري الثاني	الفصل الدراسي الثاني ١٤٢٩/٥/٢٦هـ

السؤال الأول: أذكر ما تعرفه عن خمسة من الفقرات التالية: (٤٠ درجة)

١. عدد مميزات وعيوب المضخات الطاردة المركزية؟ وكيف يعمل هذا النوع من المضخات؟
٢. ما هي التهيئة للمضخات؟ وكيف تتم؟
٣. ما هي القدرة الفرملية؟
٤. ما هي ميزات المضخة التربينية للآبار العميقة؟
٥. ماذا ينتج عندما يتم اختيار أنبوب اقل أو اكبر من القطر الاقتصادي؟
٦. ما هي ظاهرة التكهف؟ وكيف تحدث؟ وما هي المضار التي تنتج عنها؟

نموذج الإجابة

١. عدد مميزات وعيوب المضخات الطاردة المركزية؟ وكيف يعمل هذا النوع من المضخات؟

تمتاز: ببساطة التصميم، والكفاءة العالية، والتصرف العالي، سهلة التركيب، وقلة التكلفة، يمكن فحـصها وصيانتها بسهولة، وتلاءم سرعات المحركات المختلفة.

عيو ا: مقدار رفعها للمياه محدود نسبيا.

٢. ما هي التهيئة للمضخات؟ وكيف تتم؟

التهيئة: هي ملئ غلاف المضخة وأنبوب السحب بالماء لطرد جميع الهواء بداخل المضخة.

كيف تتم: إما أن تضاف المياه إلى المضخة يدوياً أو بواسطة إحدى الطرق المختلفة، كاستخدام مضخة التهيئة، ومعظم المضخات الحديثة تكون عادة ذاتية التهيئة

٣. ما هي القدرة الفرملية؟

القدرة الفرملية: تعرف بأ ا القدرة الحقيقية المطلوب تجهيزها من قبل محرك الاحتراق الداخلي أو الكهربـائي لتشغيل المضخة.

القدرة الفرملية للمضخة= القدرة المائية للمضخة ÷ كفاءة المضخة (E)

٤. ما هي ميزات وعيوب المضخة التربينية للآبار العميقة؟

الميزات: تتميز هذه المضخات بالتصرف العالي، وقدرتا على ضخ المياه من الأعماق البعيدة، وعدم حاجتها للتفريغ من الهواء عند بدء التشغيل، لأ ا تكون عادة مغمورة، فضلاً عن ملاءمتها للاستعمال عند وجود تذبذب كبير في مستوى سطح الماء.

العيوب: فهي غالية الثمن، صعبة التركيب، وتعذر الوصول إلى بعض أجزاءها، وصعوبة فحصها ومعاينتها أو إصلاحها، وصيانتها مكلفة بشكل عام.

٥. ماذا ينتج عندما يتم اختيار أنبوب اقل أو اكبر من القطر الاقتصادي؟

إذا تم اختيار قطر أنبوب أقل من القطر الاقتصادي، ففي هذه الحالة تكون تكلفة الأنابيب قليلة، ولكن تكلفة الضخ تكون أكبر بكثير من التوفير في تكلفة الأنابيب، وذلك بسبب زيادة فاقد الاحتكاك في الأنبوب نتيجة لزيادة سرعة تدفق الماء بداخله، وهذا يتطلب زيادة القدرة الحصانية للمضخة مما يؤدي إلى زيادة تكلفة الضخ.

إذا تم اختيار قطر أكبر من القطر الاقتصادي ففي هذه الحالة تكون تكلفة الضخ أقل، ولكن تكلفة الأنابيب تكون أكبر بكثير من التوفير الذي قد نحصل عليه من عملية الضخ.

٦. ما هي ظاهرة التكهف؟ وكيف تحدث؟ وما هي المضار التي تنتج عنها؟

ظاهرة التكهف: تحدث عندما يهبط ضغط السحب للمضخة إلي ضغط اقل من ضغط البخار للسائل عند نفس درجه الحرارة عندها يبدأ السائل في الغليان مكونا فقاقيع تسير مع السائل حتى تدخل المضخة حيث الضغط المرتفع فتبدأ في الانكماش ثم ما تلبث أن تنفجر محدثة دويا هائلا ومرور الوقت يحدث التنقير ثم التآكل للريش.

مضار التكهف:

١- تآكل الريش أو تغيير زواياها مما يؤدي إلي خفض كفاءة المضخة.

٢- تقليل كميه التدفق لان الفقاقيع تحتل جزء من مساحة المقطع للأنبوب السحب.

٣- تكون الفقاقيع وانفجارها يولد اهتزازات تؤثر بدورها علي الوصلات وعلي أجزاء المضخة.

السؤال الثاني: أجب عن ثلاثة من المسائل التالية (٦٠ درجة)

١. مضخة طاردة مركزية تسحب الماء من خزان سطح الماء به أعلى مستوى المضخة بمقدار ٢ م ، وتضخه في أنبوب قطره ٧٥ مم ، ويصب الأنبوب في الهواء على ارتفاع ٣ م عن مستوى المضخة. فاذا كـان التصرف ٢٥ لتر/ث، والفاقد الكلي ٥ م وكفـاءة المـضخة ٧٠٪ وسـرعة دوران الـدافع ١٥٠٠ لفة/الدقيقة. احسب : القدرة اللازمة لادارة المضخة ، السرعة النوعية للمضخة

الحل

$Hss = -2m$ $d = 75\ mm$ $Hsd = 3\ m$ $h_p = 0$

$Q = 25\ L/s$ $h_{Ltotal} = 5\ m$ $E = 70\%$

$N = 1500\ RPM$ $BP = ?$ $N_s = ?$

الضاغط الديناميكي الكلي

$$Hst = Hsd - Hss = 3 - 2 = 1\ m$$

$$h_p = 0$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.025}{\frac{\pi}{4}(0.075)^2} = 5.66\ m/s$$

$$h_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{(5.66)^2}{2\times 9.81} = 1.63\ m$$

الضاغط الديناميكي الكلي

$$TDH = H = Hst + h_f + h_v + h_p$$

$$= 1 + 5 + 1.63$$

$$= 7.63\ m$$

القدرة اللازمة لتشغيل المضخة

$$BP = \frac{Q \times H}{102 \times E} = \frac{25 \times 7.63}{102 \times 0.70} = \underline{2.67\ kW}$$

السرعة النوعية للمضخة

$$N_s = 0.2108\, N\, \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}}$$

$$= 0.2108 \times 1500\, \frac{(25\times 60)^{0.5}}{(7.63)^{0.75}}$$

$$= \underline{2668\ Unit}$$

٢. مضخة طاردة مركزية تصرفها ٢٠ لتر/ث وضاغطها ١٦,٨ م عند سرعة ١٥٠٠ لفة/دقيقـة ، قطـر الدافع ٠,٣٢ م ، والقدرة اللازمة لتشغيلها ٤,٥ ك.وات ، فإذا كانت متشا ة هندسياً مع مضخة لهـا قطر دافع ٠,٣٨ م وسرعة دوران دافعها ١٧٥٠ لفة/دقيقة. اوجد للمضخة الثانية كل من :

١. الضاغط الناتج. ٢. التصـرف. ٣. القدرة الداخلة.

٤. السرعة النوعية. ٥. الكفاءة.

الحل

$N_1 = 1500$ rpm , $D_1 = 0.32$ m , $Q_1 = 20$ lit/sec , $H_1 = 16.8$ m , $PB_1 = 4.5$ kw

$N_2 = 1750$ rpm , $D_2 = 0.38$ m , $Q_2 = ??$, $H_2 = ??$, $PB_2 = ??$

الضاغط الناتج

$$H_2 = H_1\left(\frac{N_2 \cdot D_2}{N_1 \cdot D_1}\right)^2 = 16.8 * \left(\frac{1750 * 0.38}{1500 * 0.32}\right)^2 = 32.25 \text{ m}$$

التصـرف

$$Q_2 = Q_1\left(\frac{N_2}{N_1}\right)\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3 = 20 * \left(\frac{1750}{1500}\right)\left(\frac{0.38}{0.32}\right)^3 = 39.1 \ \frac{\text{lit}}{\text{sec}}$$

القدرة الداخلة

$$PB_2 = PB_1\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5 = 4.5 * \left(\frac{1750}{1500}\right)^3\left(\frac{0.38}{0.32}\right)^5 = 16.87 \text{ kw}$$

القدرة الناتجة

$$WP_2 = \frac{Q_2 \times H_2}{102} = \frac{39.1 \times 32.25}{102} = 12.36 \text{ kw}$$

الكفاءة

$$E_2 = \frac{WP_2}{PB_2} \times 100 = \frac{12.36}{16.87} \times 100 = 73.3\%$$

السرعة النوعية

$$N_{s2} = 0.2108 N_2\left(\frac{Q_2^{0.5}}{H_2^{0.75}}\right) = 0.2108 \times 17500 \times \frac{(39.1 \times 60)^{0.5}}{32.25^{0.75}} = 1320 \text{ unit}$$

٣. مضخة تسحب الماء من خزان ينخفض سطح الماء فيه ٦ م عن مستوى المضخة، فإذا كان فاقد الـدخول للأنبوب السحب ٠,٣٧٥ م وفاقد الاحتكاك في أنبوب الـسحب ٠,٧٥ م وطاقـة الـسرعة ٠,٢٥ م والمضخة تفرغ مباشرة في الهواء. والضغط الجوي وضغط بخار الماء عند درجة حرارة التـشغيل ١,٠٣ ، ٠,٠٥ كجم/سم٢ على التوالي. أي المضخات التالية تناسب ظروف التشغيل:

أ. مضخة طاردة مركزية سرعتها النوعية ١٠٠٠ وحدة ومعامل التكهف لها ٠,٢٥

ب. مضخة طاردة مركزية سرعتها النوعية ٢٥٠٠ وحدة ومعامل التكهف لها ٠,٣٥

الحل

$H_{SS} = 6\,m$ $\quad h_{LS_1} = 0.375\,m$ $\quad h_{FS} = 0.75\,m$ $\quad h_V = 0.25\,m$

$h_P = 0$ $\quad P_{atmos} = 1.03\ Kg/cm^2$ $\quad P_V = 0.05\ Kg/cm^2$

أي المضختين تختار

a) $N_S = 1000$ unit $\quad \sigma = 0.25$

b) $N_S = 2500$ unit $\quad \sigma = 0.35$

الرتفاع الديناميكي الكلي

$$H = H_{St} + h_F + h_P + h_V$$

$$= (H_{Sd} + H_{SS}) + (h_{FS} + h_{Fd}) + h_P + h_V$$

وحيث المضخة تفرغ مباشرة في الهواء فيكون $H_{Sd} = 0$ & $h_{Fd} = 0$ & $h_P = 0$

$$\therefore H = (0 + 6) + (0.375 + 0.75) + 0 + 0.25$$

$$= 7.375\,m$$

حساب الصافي الموجب المطلوب لكل مضخة حتى تعمل بدون تكهف

$$NPSHR_a = \sigma_1 \times H = 0.25 \times 7.375 = 1.844\,m$$

$$NPSHR_b = \sigma_2 \times H = 0.35 \times 7.375 = 2.581\,m$$

حساب الصافي الموجب المؤثر للنظام

$$NPSHA = P_{atmos} - H_{SS} - h_{FS} - P_V$$

$$= (1.03 \times 10) - 6 - (0.375 + 0.75 + 0.25) - (0.05 \times 10)$$

$$= 10.3 - 6 - 1.375 - 0.50$$

$$= 2.425\,m$$

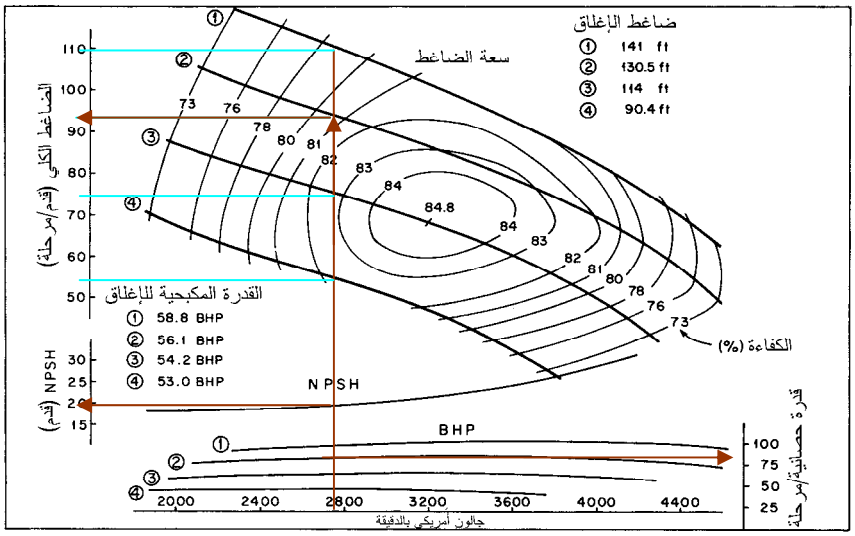
$\therefore NPSHR_b > NPSHA$

$\therefore$ المضخة b لن تصلح لهذا النظام

$\therefore NPSHR_a < NPSHA$

$\therefore$ المضخة a هي التي تصلح لهذا النظام

٤. نظام ري تصرفه التصميمي ٢٨٠٠ جالون/دقيقة يسحب هذا التصرف بواسطة مضخة تربينيـة رأسـية مرسوم منحنيات أدائها في الشكل التالي. إذا كان الضاغط الكلي للنظام والسحب من البئر ١٨٠ قدم. أوجد عدد المراحل المناسبة للتصميم ثم أوجد الضاغط الكلي الناتج بالأمتار والقـدرة الكليـة المطلوبـة بالكيلو وات، وضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب بالأمتار، والكفاءة الكلية للمضخة.



منحنى الأداء لمضخة تربينية رأسية ومتعددة المرحلة

الحل

من شكل وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة:

وبفرض عدد الوحدات = ١ نحدد الضاغط الكلي لكل مرحلة:

H/stage = 110 ft

فيكون الضاغط الكلي للمضخة ذات مرحلة واحدة:

أذا الفرض خطأ Ht < Hd H_t = 110 ft/stage (1 stage) = 110 ft

وبفرض عدد الوحدات = ٢ نحدد الضاغط الكلي لكل مرحلة:

H/stage = 93 ft

فيكون الضاغط الكلي للمضخة ذات مرحلتين:

أذا الفرض صحيح Ht > Hd H_t = 93 ft/stage (2 stages) = 186 ft

H/stage = 93 ft = 28.35 m Q = 2800 gal/min = 176.63 Lit/sec

من الشكل وتصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة وعند مرحلتين نحدد القدرة اللازمة لكل مرحلة:

P/stage = 81 hp (0.7457 kw/hp) = 60.4 kw

فتكون القدرة الكلية للمضخة ذات ثلاثة مراحل:

P_T = 60.4 kw/stage (2 stages) = 120.8 kw

من الشكل وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة نحدد ضاغط السحب الصافي الموجب المطلوب:

NPSHR = 19 ft = 5.79 m

من الشكل وعند تصرف ٢٨٠٠ جالون/دقيقة نحدد الكفاءة الكلية للمضخة ذات مرحلتين:

E = 0.81 = 81 %

ويمكن التأكد من الحل بحساب قدرة التشغيل للمضخة الواحدة:

$$BP = \frac{Q\,H}{102\,E} = \frac{176.63 \times 28.35}{102 \times 0.81} = 60.61\,kw$$