سلم تصحيح مقرر الترموديناميك (1)

السنة الثالثة - قسم الهندسة الكيميائية

الجواب الأول : 20

الخصائص المثلى التي ينبغي أن يتصف بها مائع التشغيل العامل في دورات القدرة البخارية :

1- درجة حرارة عظمى و ضغط أعظم آمن : ان ارتفاع درجة الحرارة العظمى (فوق درجة الحرارة العظمى المقبولة من وجهة النظر المعدنية يجعل من الممكن نقل جزء كبير من الحرارة بفارق ايزوثرمي عند درجة الحرارة العظمى مما يساعد التغير الطوري للمائع وذلك يقرب من الدورة من دورة كارنو وهذا يتطلب البحث عن تطوير مواد قادرة على تحمل درجات حرارة أعلى من $T = 650°C$ لذلك فالضغوط الشديدة الارتفاع عند درجة الحرارة العظمى غير مرغوبة لأنها تسبب مشكلات تتعلق بشدة المواد. 4

2- درجة حرارة ثلاثية منخفضة : إن انخفاض هذه الدرجة دون درجة حرارة المادة المبردة يمنع مشكلات التجميد التي قد تحدث في الكثفة في أثناء عملية تبريد المائع العامل في الدورة. 4

3- ضغط الكثفة معتدل : إن الكثفات تعمل عادة في ضغوط أعلى من الضغط الجوي ، إلا إن انخفاض الضغط انخفاضاً كبيراً تحت الضغط الجوي يسبب مشكلات تسرب الهواء لذلك فكل مادة ينخفض ضغط إشباعها (وعند درجة حرارة المحيط) انخفاضاً كبيراً لا تعد مادة صالحة للاستعمال 3

4- ارتفاع انتالبي التبخير : يؤدي ارتفاع انتالبي المائع التشغيل العامل في دورة القدرة البخارية إلى اقتراب عملية انتقال الحرارة من العملية الايزوثرمية وبذلك تقل الحاجة إلى معدلات التدفق المادي الكبيرة 3

5- وجود قيمة اشباع عامل الضغط ، يؤدي ذلك إلى عدم تشكل رطوبة زائدة في العنفة وهذا بدوره يقلل الحاجة إلى عملية اعادة التحمص 3

6- ناقلية حرارية مرتفعة ، ثبات كيميائي - رخيص في الثمن - توفر المائع وأن يكون غير سام. 3

(1)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

20

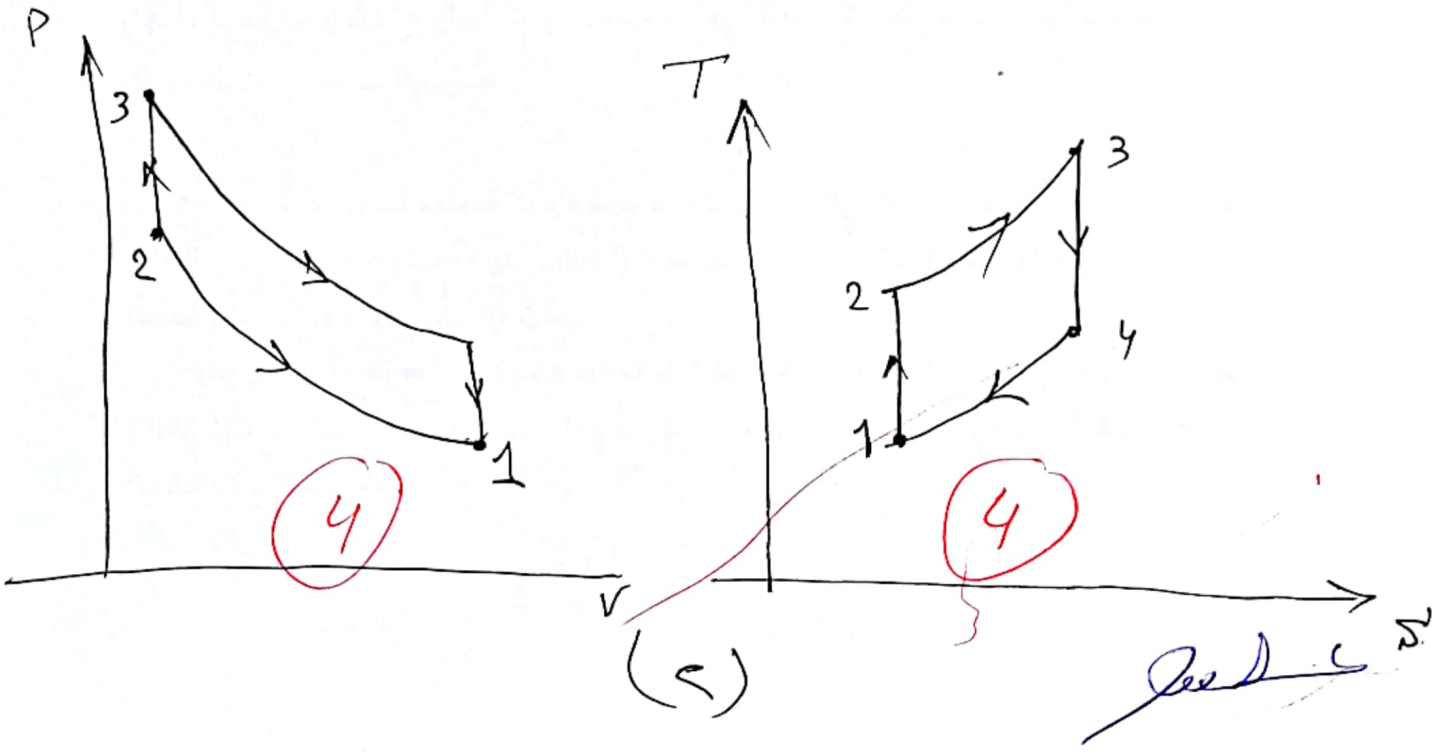
جواب الثاني:

العملية 2-1 : عملية انضغاط ايزونتروبي للهواء أثناء حركة المكبس من نهاية الحد الأدنى إلى نهاية الحد الأعلى، وهذه العملية تمثل اسقاطاً (3) مثالياً لعملية الانضغاط التي تحدث في المحرك الحقيقي

العملية 3-2 : وهي عملية تسخين في حجم ثابت يسخن فيها الهواء من (3) مصدر حراري خارجي وذلك حين يكون المكبس في نهاية الحد الأعلى وهي العملية تمثل لعملية إشعال مزيج الوقود والهواء والاحتراق المزيج الناتج بعد ذلك.

العملية 4-3 : وهي عملية تمدد ايزونتروبي للهواء (شوط القدرة) (3) في أثناء حركة المكبس في نهاية الحد الأعلى إلى نهاية الحد الأدنى

العملية 1-4 وتكمل الدورة بهذه العملية التي تتم في حجم ثابت يبرد فيها (3) الهواء بنتيجة طرد الحرارة ويعود إلى حالته الأصلية، وهي تمثل لعملية طرد الغازات في أثناء وجود المكبس عند نهاية الحد الأدنى




(٢)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الجواب الثاني ليات 30

من مخطط T-S للدورة ، سنفترض أن العمليات في المضخة والمضخة ايزنتروبية وأن الضغط لا ينخفض في المرجل أو المسخن أو المكثفة وأن بخار الماء يخرج من المكثفة ومن المسخن المائي بشكل سائل مشبع .

نحسب أولا قيم الإنتالبي الحالات المختلفة :

الحالة (١) :

$P_1 = 10\ kPa$
$x = 0 \Rightarrow h_1 = 191,83\ kJ/kg$
$v = 0,00101\ m^3/kg$ (2)

الحالة (٢)

$P_2 = 1,2\ MPa$
$S_2 = S_1$

العمل الذي تتطلبه مضخة المكثفة هو

$W_{pump} = v_1 (P_2 - P_1)$
$= 0,00101 \times (1200 - 10) = 1,2\ kJ/kg$

$h_2 = h_1 + W_{pump} = (191,83 - 1,2) = 193,03\ kJ/kg$ (2)

وبذلك يكون

الحالة (٣)

$P_1 = 1,2\ MPa$
$x = 0 \Rightarrow h_3 = h_1 = 798,65\ kJ/kg$ (2)

الحالة (٤)

$P_4 = 15\ MPa$
$S_4 = S_3$

العمل الذي تتطلبه مضخة تغذية المرجل هو :

$W_{.} = v_3 (P_4 - P_3) = 0,001169 [15000 - 1200]$
$= 15,72\ kJ/kg$

(٣)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يكون ما به العمل الذي تنتجه المنفذ بمرحلتها:

$$W_{turb} = W_{turbout} + (1-m_6) W_{loussout}$$

بحيث يكون العمل الذي تنتجه المرحلة الأولى مساوياً إلى:

$$W_{turb.out} = W_{56} = (h_5 - h_6) = 3582,3 - 2859,5$$

$$= 722,8 \text{ KJ/Kg}$$

بينما العمل الذي تنتجه المرحلة الثانية هو:

$$W_{turb} = (1-m_6) W_{67} = (1-m_6)(h_6 - h_7)$$

$$= 1 - 0,227 (2859,5 - 2115,6)$$

$$= 722,8 + 0,773 \times 743,9 = 1297,84 \text{ KJ/Kg}$$ (5)

وعلى الرغم من أن العمل الذي تتطلبه المضخات في الدورة صغيراً فإن حسابه يتم باستعمال العلاقة

$$W_{PUMP\,in} = (1-m_6) W_{Pump\,6} + W_{Pump\,in}$$

بالتعويض عن قيم العمل الذي تتطلبه كل مضخة من المضختين المتوفرتين في الدورة

$$W_{Pump_{in}} = (1-0227)(1,2) + (15,72) = 16,65 \text{ KJ/Kg}$$

وبذلك يكون العمل الصافي في الدورة مساوياً (5)

$$W = W_{turb\,out} - W_{Pump\,in} = 1297,84 - 16,65$$

$$= 1281,2 \text{ KJ/Kg}$$

وتحسب الحرارة المضافة في الدورة كما يأتي:

$$q_{in} = h_5 - h_4 = (3582,3 - 814,37) = 2787,93 \text{ KJ/Kg}$$

فالمردود الحراري للدورة

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{q_{in}} = \frac{1281,2}{2767,93} = 0,463 \approx 46,3\%$$ (6)

(0)

بذا الـ يكون

$h_4 = h_3 + W = 798,65 + 15,72) = 814,37$ KJ/Kg (2)

الحالة (٥)

$P_1 = 10$ KPa , $T_5 = 600\ C^\circ$

~~$S_T = S_6$~~ $h_5 = 3582,3$ KJ/Kg

$S_5 = 6,6776$ KJ/Kg.k

(2)

الحالة (٦)

$P_6 = 1,2$ MPa

$S_6 = S_5 \Rightarrow h_6 = 2859,5$ KJ/Kg

$T_6 = 218,3\ C^\circ$ (2)

الحالة (٧)

$P_1 = 10$ KPa

$S_1 = S_6 \Rightarrow x_1 = \frac{S_7 - S_1}{S_{fg}} = \frac{6,6776 - 0,6493}{7,5009} = 0,804$

$h_7 = h_1 + x_7 h_{fg} = 191,83 + 0,804(2392,8)$

$= 2115,6$ KJ/Kg (2)

اذا اهملنا تغير الطاقة الحركية والطاقة الكامنة للتيارات امكن تبسيط معادلة الطاقة لجريان المستمر من اجل المسخن المائي إلى الشكل الآتي

$$\sum \dot{m}_i h_i = \sum \dot{m}_e h_e$$

$$m_6 h_6 + (1 - m_6) h = 1(h_3)$$

$m_6$ : هي نسبة البخار المستخرج من الصنبور.

بحل المعادلة السابقة نحصل على العلاقة الآتية

$$m_6 = \frac{h_3 - h_2}{h_6 - h_2} = \frac{798,65 - 193,03}{2859,5 - 193,03} = 0,227$$

د. رامي الحلبي



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner