مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Engineering Science Series Vol (23) No (10) 2001

الأنظمة الطاقية المركبة وجودتها الإكسيرجية
[نظام محطة قوى + آلة تبريد امتصاصية]

الدكتور موسى المحمد*
الدكتور عدنان عمران*

(قبل للنشر في 2000/10/1)

□ الملخّص □

يتصف التطور الحضاري الحديث بالازدياد الهائل في استهلاك الطاقة الأولية، مما يؤدي إلى سرعة نضوب مصادرها وصعوبة الحصول عليها ، لذا فقد أصبح من الضروري استثمارها بشكل فعال، باعتبار أن تكاليف البحث عن الخامات واستخراجها وتحويلها أعلى بكثير ،من مثيلتها المصروفة على الأبحاث التي تهدف إلى رفع مردود الآلات الحرارية .

يعرض البحث التالي إمكانات الاستفادة من الطاقة المهدورة في أنظمة محطات الطاقة، وبالتالي تحديد أماكن الضياعات فيها، وطرق تحسين مراد يدها، باستخدام الطريقة الأكسيريجية في دراسة وتحليل أنظمة محطات الطاقة، والحلول المثلى في مرحلتي التصميم والاستثمار، مما يجعل من الأنظمة الارتباطية هدفاً مستقبلياً جديراً بالاهتمام ، حيث يؤدي إلى رفع مردود تلك الأنظمة، ويحقق وفرا في استهلاك الطاقة، ويحمي البيئة من خطر التلوث.

يتناول البحث دراسة مقدار تحسين مردود المحطات، باضافة آلة تبريد امتصاصية تعمل على غازات الاحتراق المنطلقة من محطة توليد بخارية في مجال آمن يضمن عدم تشكل اكاسيد الكبريت، نتيجة لتخفيض درجة حرارة الغازات المنطلقة من 200c *الى* 140 c .

* مدرس في قسم القوىالميكانيكية كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية– جامعة تشرين اللاذقية سورية

مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (23) العدد (10) 2001
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research-Engineering Science Series Vol (23) No (10) 2001

The Complex Energy Systems And Their Excergic Goodness [Power Station System+ Refrigeration Absorption Machine]

Dr. Moussa AL Mohamad*
Dr. Adnan Omran*

(Accepted 1/10/2000)

□ ABSTRACT □

In this work we present the useful possibility from the wasted energy in the power station systems and the determination of the energy loss point, and the ways of its effciency improvement by using the excergic method in studying and analysing those systems.
Also we have studied the efficiency improvement of the steam power stations by joining to it a refrigerant absorption machine working on the burned gases produced from that steam power generation in a safe field does not allow the sulfer oxide production form due to the gas temperature reduction from 200c-to –140c

***Lecture at Mechanical Power Engineering ،Faculty Of Mechanical And Electrical Engineering ،Tishreen University ،Lattakia ،Syria.**

المقدّمة :

من المعلوم أن أنظمة محطات توليد الطاقة الكهربائية، التي تعتمد على العنفات البخارية ،تعمل بمردود حراري منخفض نسبياً ،وبجودة أكسيرجية منخفضة نظراً لسلسلة تحولات الطاقة من شكل إلى آخر، لنحصل بالنهاية على طاقة كهربائية مفيدة . وسبب انخفاض الجودة الأكسيرجية ناتج بشكل أساسي، من وجود عدد من بؤر هدر الطاقة في العديد من عناصرنظام المحطة(المرجل،والمكثف، وغازات الاحتراق) ، وكذلك عن الضياع الإكسيرجي الترموديناميكي للعمليات ذاتها.

في الوقت الحاضر تتجه كل الأبحاث لرفع جودة الأنظمة الطاقية، وتخفيض استهلاك الوقود الخام ، والاستثمار الأمثل للأنظمة القائمة حالياً. إن إحدى الطرق التي تؤدي إلى رفع المردود الإكسيرجي وزيادة الفعالية لهذه الأنظمة، هي إضافةأجهزة تستفيد من الطاقة المهدورة .

يهدف هذا البحث إلى بيان جدوى إدخال أجهزة إضافية في بؤر هدر الطاقة الموجودة في نظام محطة الطاقة، واقتراح طريقة للاستفادة من إكسيرجي غازات الاحتراق في المرجل، لتشغيل آلة تبريد امتصاصية تؤدي إلى رفع المردود الإكسيرجي للمحطة بالكامل، والاستثمار الأمثل لأكسيرجي الوقود، وماينتج عنه من تخفيض في استهلاك الوقود وحماية البيئة من التلوث، وبيان جدوى إدخال أنظمة أخرى تستفيد من اكسيرجي مياه تبريد المكثف في عمليات تدفئة البيوت الزراعية، وعمليات التجفيف، وذلك انطلاقاً ممايلي :

1–التحليل الاكسيرجي لدورة المحطة .

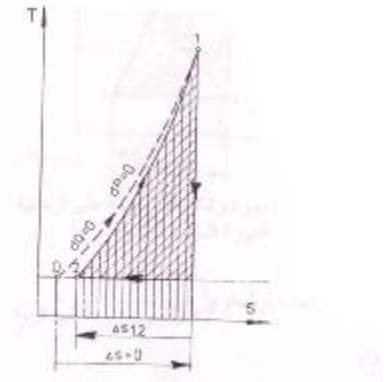
2–التحليل الأكسيرجي لدورة آلة تبريد امتصاصية .

3–التحليل الأكسيرجي لنظام مركب .

1– التحليل الأكسيرجي لدورة المحطة :

من المعلوم أن الدورة المثالية للمحطة ،هي تلك الدورة التي تحصل فيما بين منابع الحرارة ذات درجة الحرارة الثابتة (دورة كارنو)، وذات درجة الحرارة المتغيرة (دورة أخرى مغايرة) كما في الشكل (1) .

المنبع العلوي الفعلي في دورة المحطة، هو غازات الاحتراق ، وأقرب عملية احتراق للوقود وتبريد لغازات الاحتراق هي العملية الأيزوبارية .



الشكل (1) حرارة الاحتراق وإكسيرجي غازات الاحتراق على مخطط T-S

إن التقييم الإكسيرجي لعملية الاحتراق وانتقال الحرارة و تشكل البخار، يتم من خلال دراسة العملية النموذجية الأدياباتية –الأيزوبارية [1] لاحتراق الوقود مع كمية نظامية من الهواء، وذلك فيما بين الحالتين (0) و(1) ،كما هو مبين في الشكل (1) .

1 $\rightarrow$ 0 عملية احتراق أدياباتية أيزوبارية .

2 $\rightarrow$ 1 عملية تبريد أيزوبارية لغازات الاحتراق .

T1 – درجة الحرارة الأعظمية للاحتراق .

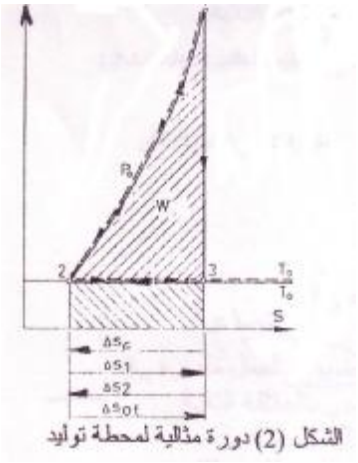
Δs – ازدياد أنتروبي المواد الداخلة بالاحتراق .

s_1-s_2 – تغير أنتروبي غازات الاحتراق أثناء التبريد .

– حرارة الاحتراق .

– إكسيرجي غازات الاحتراق .

اعتماداً على مفهوم حرارة الاحتراق واكسيرجي غازات الاحتراق، يمكننا إنشاء الدورة المثالية للمحطة، والتي مردودها الاكسيرجي يساوي الواحد، بسبب انعدام الضياعات، كما هو موضح على الشكل (2).



الشكل (2) دورة مثالية لمحطة توليد

$\Delta S_G = S_2 - S_1$ تغير أنتروبي غازات الاحتراق

$\Delta S_{OT} = S_3 - S_2$ تغير انتروبي الوسط المحيط

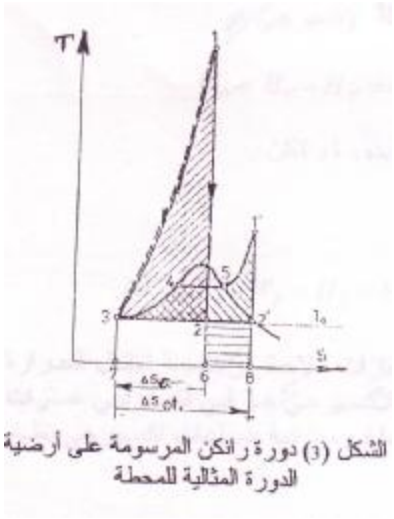
$\Delta S_1 = S_1 - S_2$ تغير أنتروبى للويسط العامل فى مولد

$\Delta s_2 = s_2 - s_3$ تغير أنتروبي الو سيط العامل في المكثف

$$\Delta S_{sys} = \sum_i \Delta_i S = 0$$

إن معيار عكوسية الدورة المثالية للمحطة،هو القيمة الصفرية لميزانية الأنتروبي للوسيط العامل، والمنابع الحرارية $\Delta S_{sys} = 0$

إن دورة رانكن المرسومة على أرضية الدورة المثالية تظهر الضياع الرئيسي للأكسيرجي في الدورة الحقيقية، الناتج من انتقال الحرارة غير المستقر (اللاكواسيستاتيكي) ،من غازات الاحتراق إلىالوسيط العامل، كما يبينه الشكل (3) .



الشكل (3) دورة رانكن المرسومة على أرضية الدورة المثالية للمحطة

- $\Delta s_G = s_3 - s_3$ – غازات الاحتراق
- $\Delta s_{OT} = s_2 - s_3$ – الوسط المحيط .
- $\sum \Delta_i s = 0$ –
- $\Delta s_{sys} = \Delta s_{OT} + \Delta s_G = \Delta s_{2,2}$ – للنظام

فإذا اعتبرنا أن الحرارة المعطاة في كلتا الدورتين واحدة، وتساوي : $Q_{P\ 3\to 1} = Q_{P\ 3\to 1'} = \left|Q_{P\ 1-3}\right|$ (1)

أو بصيغة أخرى من الشكل (3) نجد أنتالبي غازات الاحتراق . $H_{1G} = H_1 = H_{1'} = h_1$ (2)

إن الدورة المثالية (1- 3- 2- 1)، تختلف عن دورة رانكن (1- 2' - 3 - 4 - 5 - 1) بقيمة الحرارة السالبة للدورة (الحرارة المطروحة)، والتي تحددها العلاقات التالية:

الحرارة المطروحة بالدورة المثالية -1
2-3-1

$$\overset{(-)}{Q}_{id} = T_0 (s_3 - s_2)$$

(3)

الحرارة المطروحة بدورة رانكن

$$\overset{(-)}{Q}_{R} = T_0 (S_3 - S_2)$$

وبالتالي الفرق بينهما :

$$dQ = T_0 (S_{2'} - S_2) = dW \qquad (4)$$

أي أن الفرق بالحرارة المطروحة بكلتا الدورتين، يعادل ضياعاً بالعمل مقداره d_W .
إن عمل الدورة المثالية (1 -3– 2- 1) يتحدد بدلالة الإكسيرجي بالعلاقة التالية :

$$W_{id} = H_1 - H_2 = (H_1 - T_o s_1) - (H_2 - T_o s_2) = DE_{id} \qquad (5)$$

حيث :

DE_{id} – الإكسيرجي المثالي المتحول إلى عمل مثالي .

وإن عمل دورة رانكن (1 - 5 - 4 -3 – 2- 1) بدلالة الإكسيرجي ،هو :

$$W_R = H_{1'} - H_{2'} = (H_1 - T_0 S_1) - (H_2 - T_0 S_2) = DE_R \qquad (6)$$

DE_R – الإكسيرجي المثالي المتحول إلى عمل مثالي بدورة رانكن .

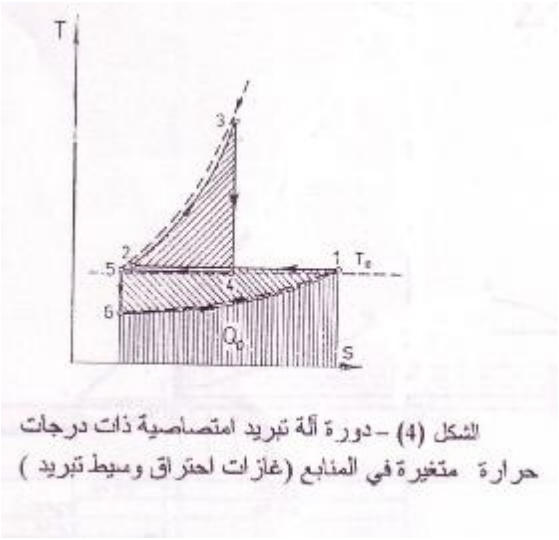
وفرق العملين عند الشرط $H_{1'} = H_1$ هو :

$$dW = W_{id} - W_R = H_{2'} - H_2 = T_o (S_2 - S_2) = T_o (S_1 - S_2) = dE \qquad (7)$$

إن التحليل أعلاه يعرض فقط ضياع اكسيرجي غازات الاحتراق، نتيجة انتقال الحرارة غير المستقر إلى الوسيط العامل ، وإن أهم ضياع للأكسيرجي، هو في أكسيرجي غازات الاحتراق المطروحة للوسط المحيط، والتي تملك مكاناً هاماً في ميزانية ضياعات اكسيرجي نظام المحطة .

2–التحليل الأكسيرجي لدورة تبريد امتصاصية مثالية :

إن الدورة المثالية لآلة التبريد الامتصاصية، التي تعتمد في تحقيقها على منابع حرارية متغيرة درجة الحرارة (لا إيزوترمية)، هي تلك الدورة التي فيها تغير إكسيرجي الوسيط العامل، عند درجة حرارة متغيرة في العقدة اليمينية (الدورة التي تجري باتجاه عقارب الساعة)، كما هو مبين في الشكل (4) " دورة نسلمان" يكون مساوياً لتغير الإكسيرجي للوسيط العامل في العقدة اليسارية (الدورة التي تجري عكس اتجاه عقارب الساعة) .
وهكذا فإن الدورة تكون مثالية، عندما يكون الازدياد شبه المستقر (الكواسيستاتيكي) لإكسيرجي الوسيط العامل خلال التحول 3 2 مساوياً للتغير شبه المستقر (الكواسيستاتيكي) للإكسيرجي خلال التحول 6 1
إن تلك التحولات شبه المستقرة تؤكد_ أيضاً _أن تغير إكسيرجي منابع الحرارة(غازات احتراق – وسائط تبريد) يتطابق مع تلك التغيرات ذاتها للإكسيرجي .



الشكل (4) – دورة آلة تبريد امتصاصية ذات درجات حرارة متغيرة في المنابع (غازات احتراق وسيط تبريد)

$\Delta E\ 2-3 =$ ▨

$\Delta E\ 6-1 =$ ▨

--- درجة حرارة المنابع الحرارية (وسيط التسخين ،الوسط المحيط ، وسيط التبريد)

وبالتالي يمكن تحديد المردود الإكسيرجي للدورة بالعلاقة التالية :

$$h_e = \frac{-\Delta E_{6-1}}{\Delta E_{2-3}} = \frac{E_6 - E_1}{E_3 - E_2} = \frac{(H_6 - T_o s_o) - (H_1 - T_o s_1)}{(H_3 - T_o s_3) - (H_2 - T_o s_2)}$$

$$= \frac{(H_6 - H_1) + T_o(S_1 - S_6)}{(H_3 - H_2) + T_o(S_2 - S_3)} = \frac{T_o \Delta s_{6-1} - \Delta H_{6-1}}{\Delta H_{2-3} - T_o \Delta S_{2-3}} = 1$$

من التحليل الإكسيرجي أعلاه، نجد أن المردود الإكسيرجي لكامل النظام أعظمي ومساوٍ للواحد؛ لعدم وجود الضياعات .

3. التحليل الإكسيرجي لنظام مركب :

إن الدورات المثالية الثلاث (المثالية ، رانكن ، الامتصاصية) المبينة على الشكل (5)، تتصف بأن ازدياد أنتروبي نظامها يساوي الصفر، وهذا يعني أن ضياع الاكسيرجي فيها يساوي الصفر، أي :

$$\sum_i \Delta_i s = \underset{2¢\,3¢}{\Delta s} + \underset{4¢\,5¢}{\Delta s} + \underset{6¢\,1¢}{\Delta s} + \underset{1¢\,2¢}{\Delta s} + \underset{3¢\,4¢}{\Delta s} + \underset{5¢\,1¢}{\Delta s} = 0$$

حيث: $\sum_i \Delta_i s$ –مجموع تغيرات أنتروبي الوسائط

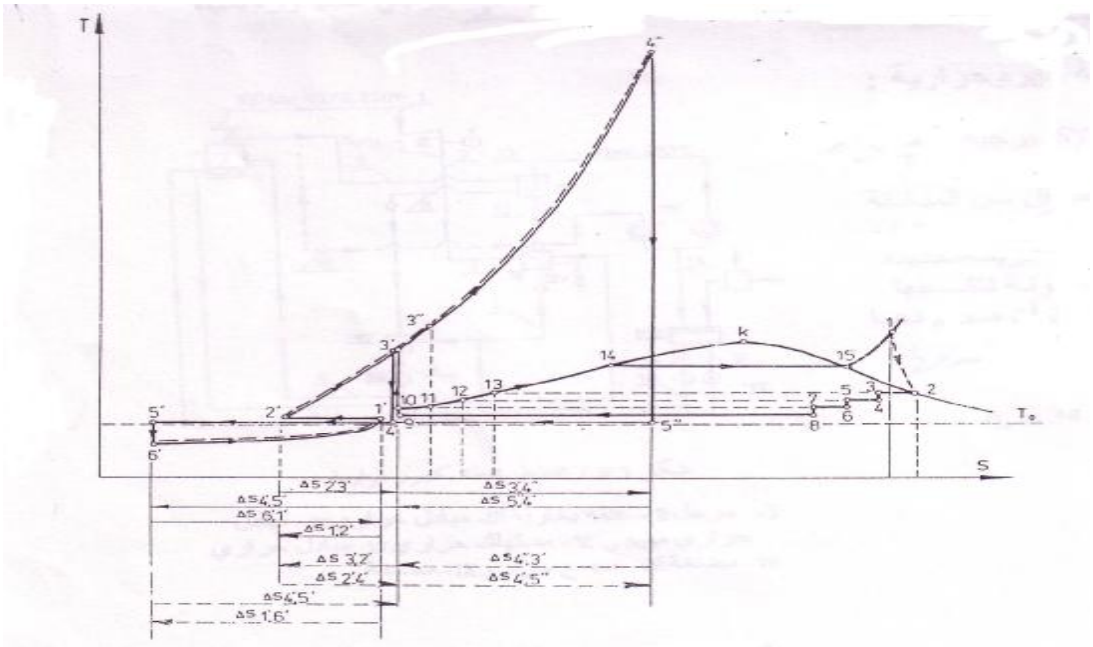
وكذلك الأمر بالنسبة للمنابع الحرارية :

$$\sum_i \Delta s_{zr} = \underset{4¢\,5¢}{\Delta s} + \underset{4¢\,5¢}{\Delta s} + \underset{3¢\,2¢}{\Delta s} + \underset{2¢\,4¢}{\Delta s} + \underset{5¢\,4¢}{\Delta s} + \underset{1¢\,6¢}{\Delta s} = 0$$

ومنه نجد أن :

$$\sum_i \Delta s_{zr} + \sum_i \Delta s_i = 0$$

حيث ΔS_i مجموع تغيرات انتروبي الوسائط ΔS_{ZR} مجموع تغيرات انتروبي المنابع الحرارية



الشـــكل (5) الـــدورة الحقيقيـة لمحطـة بخاريـة مرســومة علــى أرضــية محــطة مثاليــة مرتبطــة بـــدورة آلـــة تـــبريد امتصاصية .

وهكذا ،فإن المردود الإكسيبرجي المثالي لهذه الدورات المركبة يتعين بالعلاقة التالية :

$$h_e = \frac{-\overset{//\ //}{DE}_{4-5} - \overset{//\ //}{DE}_{5-4} - \overset{/\ /}{DE}_{4-3} - \overset{/\ /}{DE}_{6-1}}{\overset{/\ /}{DE}_{3-4} + \overset{/}{DE}_{2-3}} =$$

$$\frac{(H_{4¢} - H_{3¢}) - T_0(S_{5¢} - S_{4¢}) + (H_{6¢} - H_{1¢}) + T_0(S_{1¢} - S_{6¢})}{(H_{4¢} - H_{3¢}) - T_0(S_{5¢} - S_{4¢}) + (H_{3¢} - H_{2¢}) - T_0(S_{3¢} - S_{2¢})} = 1$$

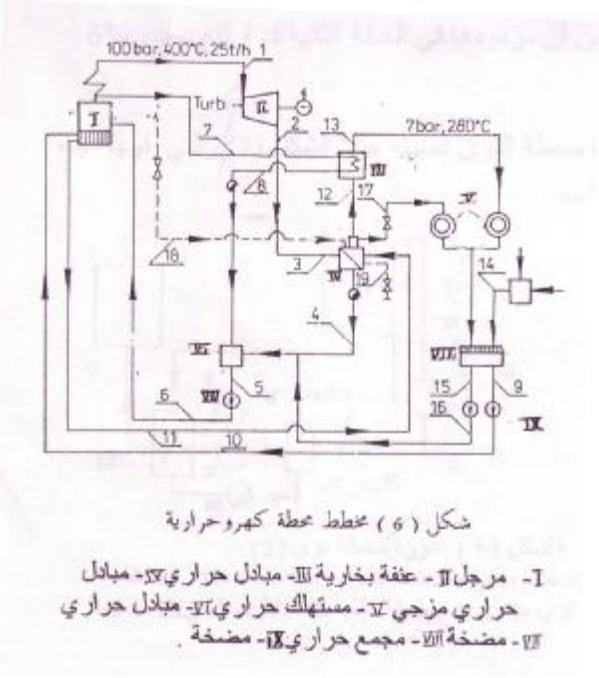
إن عمليـة ربـط دورة المحطـة مـع دورة آلـة التبريـد الامتصاصـية، تهـدف إلـى الاسـتفادة مـن الإكسـيرجي المهـدورة لغـازات الاحتراق في المجال الآمن لدرجات الحرارة (من c 200الى 140c) للتخلص من ظاهرة تشكل أحماض الكبريت وأكاسيده . إن المخطط البياني للدورات المثالية ($h_e = 1$)،هو الأساس المعياري لتقييم الدورات الحقيقية (h_e á1) وبذا يظهر الكمون الإكسيرجي لغازات الاحتراق الناشئة عن عملية الاحتراق المثالية الايزوبارية . الإدياباتية وكذلك الضياعات الناشئة عن عدم مثالية التصنيع الإنشائي للمحطة، وبالأخص المرجل ، وكذلك العمليات الترموديناميكية التي تشكل الدورة (شكل 5).

بدلالة تحليل العمليات الترموديناميكية والحسابية للمراديد الإكسيرجية في المحطات الحرارية، يتبين لنا وجود مكانين (بؤرتين) في دورة المحطة، يمكن فيهما إدخال أجهزة إضافية ، هذان المكانان هما المرجل، والمكثف . حيث في المـرجل يمكن الاستفادة مـن الإكسـيرجي المهدورة في غازات الاحتراق ـ وفي المكثف يمكن الاستفادة من الاكسيرجي المهدورة بمياه التبريد، كما هو الحال في المثالين التاليين .

<u>مثال (1) محطة كهروحرارية :</u>

إن الدراسة الإكسيرجية الحسابية لمحطة كهروحرارية صناعية، تنطلق فيها غازات الاحتراق من المدخنة إلى الوسط الخارجي، شكل (6) والتي أجريت وفق الطريقةالجديدة لإكسيرجي[1] والمدونة نتائجها بالجدول (1) ، تبين أن مردودها الإكسيرجي يساوي $h_e = 34.5\%$

وأن المردود الإكسيرجي لنفس هذه المحطة،عند الاستفادة من إكسيرجي غازات الاحتراق المنطلقة من المرجل، والموجهة إلى نظام طاقي ما يعمل ضمن مجال درجات الحرارة الآمنة لغازات الاحتراق، يساوي $h_e = 40.5\%$



شكل (6) مخطط محطة كهروحرارية

I- مرجل II - عنفة بخارية III- مبادل حراري IV- مبادل حراري مزجي V - مستهلك حراري VI- مبادل حراري VII - مضخة VIII- مجمع حراري IX- مضخة .

الجدول (1) نتائج حساب لمحطة كهروحرارية صناعية باعتبار درجة حرارة الوسط المحيط 220 c

النقطة الأساسية بالنظام	التدفق الكتلي kg/h	الضغط p bar	درجة الحرارة t °C	الأنتالبي النوعي h kj/kg	الاكسيرجي النوعي e kj/kg	الاكسيرجي E kj/h
1	21000	99	400	3100	1386	29106.10^3
2	21000	9.61	178.16	2766	950	$19950.\ 10^3$
3	21000	9.42	177.3	2763	942	$19782.\ 10^3$
4	21000	9.32	177	752	219.8	$46158.\ 10^2$
5	23570	9.32	175	739.5	232	5468240
6	23570	107.8	175	745.5	226.6	5340962
7	2020	104	3 5	2720	1180	2383600
8	2020	9.32	177	752	219.8	443996
9	19150	0.98	70	293	96.7	1851805
10	19150	8.82	70	293	69.7	1851805
11	19150	7.36	130	544.5	155.3	2973995
12	15820	7.06	165.3	2764	908.5	1437247
13	15820	6.86	280	3015	1011	1599402
14	1900	0.98	104	436	130.2	247380
15	550	0.98	70	293	96.7	53185
16	550	9.23	70	293	96.7	53185
17	3380	2.94	150	2764	800	2704.10^2
18	550	103.9	313.8	1424	529.5	291225
19	500	7.06	165.3	699	201	100500
E_G						4038.10^3

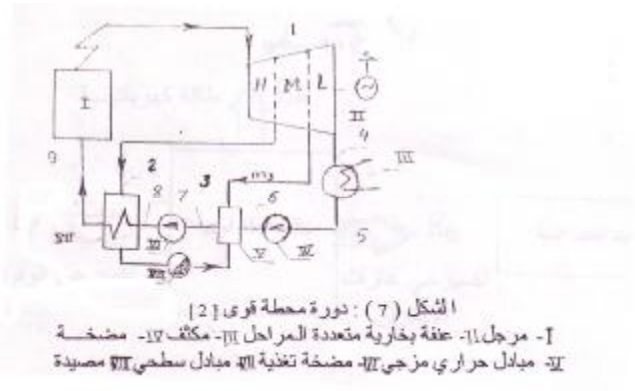
بمقارنة مردود المحطة في الحالتين يتبين أن مردودها في الحالة الثانية قد ارتفع بمقدار6% .

<u>مثال (2) دورة محطة قوى:</u>

إن الدراسة الإكسيرجية الحسابية لدورة محطة القوى المبينة على الشكل (7)، والتي فيها مياه تبريد المكثف تنطلق إلى

الوسط الخارجي،والتي أجريت وفق الطريقة
الجديدة لاكسيرجي [1]. ودونت نتائجها بالجدول
(2)،تبين أن مردودها الإكسيرجي يساوي

$$h_e = 70.8\%$$



الشكل (7) : دورة محطة قوى [2]
I- مرجل II- عنفة بخارية متعددة المراحل III- مكثف IV- مضخة
V- مبادل حراري مزجي VI- مضخة تغذية VII مبادل سطحي VIII مصيدة

الجدول (2) النتائج الحسابية لمحطة قوى :

النقطة الأساسية	P Mpa	.t C°	S .kj/kgK	.h .kj/kg	M .kg/sec	..e kj/kg	E .kw
1	3.5	430	6.948	3290	29.839	1324.18	39512.20
2	0.9	-	7.095	3009	3.655	1001.58	3660.77
2	0.9	-	7.095	3009	26.184	1001.58	26225.37
3	0.12	-	7.304	2690	2.462	623.43	1534.88
3ó	0.12		7.304	2690	23.722	623.43	14789
4	0.006	-	7.601	2340	23.722	189.38	4492.47
5	0.006	35	0.504	146	23.722	3.83	90.88
6	0.12	-	0.504	147	23.722	4.83	114.60
7	0.12	102	1.329	428	29.839	52.36	1562.37
8	3.9		1.331	430	29.738	53.79	1605.03
9	3.8	168	2.010	712	29.839	143.64	4286.07
10	0.9	172	2.060	730	3.655	147	539.07
الوسطالمحيط	0.1	10	0.151	42.27			

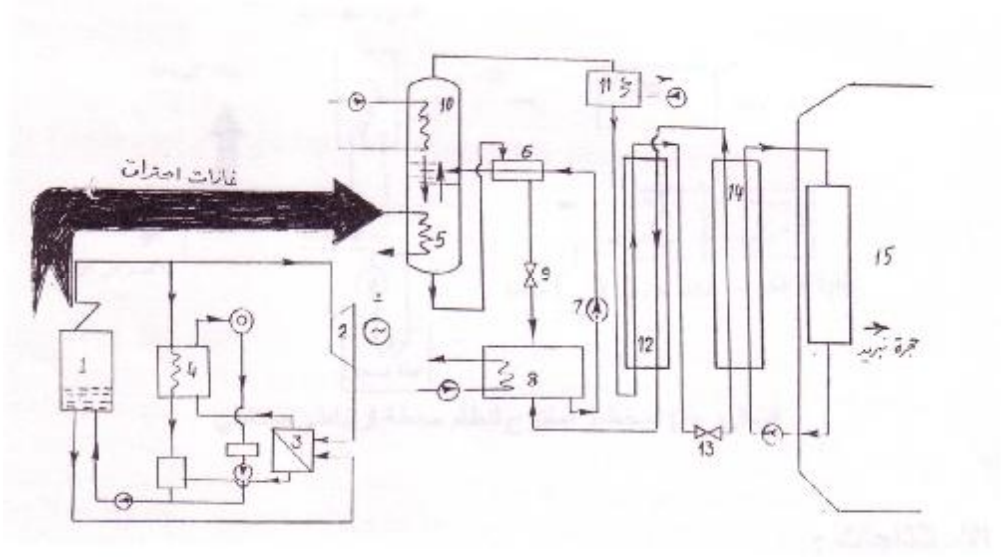
ـ كذلك نجد أن المردود الإكسيرجي لدورة نفس المحطة،والتي يتم فيها توجيه مياه تبريد المكثف إلى نظام طاقي ما آخر، يرتفع إلى83.2%.وبمقارنة الحالتين نجد أن المردود الإكسيرجي للدورة في الحالة الثانية ارتفع بمقدار 12.35%

3ً_ المردود الإكسيرجي لنظام مركب (محطة قوى +آلة تبريد امتصاصية).

إن الاستفادة من الاكسيرجي المهدورة لغازات الاحتراق تكتسب أهمية متزايدة ،وبالأخص عندما يتم إدخال عمليات تنقية غازات الاحتراق من الكبريت في درجة حرارة أقل من 100ْC . إن الأكسيرجي المهدورة في غازات الاحتراق _حتى في أحدث المحطات التقليدية الصناعية والمحطات الكهروحرارية العاملة حالياً _ عالية بالقدر الكافي، مما يستوجب الاستفادة منها لأغراض متنوعة .

إن إحدى طرق الاستفادة من الإكسيرجي المهدورة في غازات الاحتراق، يمكن أن تكون بتشغيل آلة تبريد امتصاصية تعمل بمحلول الماء . الأمونياك كوسيط عامل ، والاستفادة من حرارة غازات الاحتراق لتسخين المولد ، أي تخفيض درجة حرارة غازات الاحتراق، من الدرجة ْC 200 إلى الدرجة 140 ،والاستفادة من الاكسيرجي المهدورة في غازات الاحتراق .بالاعتماد على الطريقة الجديدة يمكن أن نعين المردود الإكسيرجي للنظام المركب (محطة كهروحرارية +آلة تبريد امتصاصية) ،المبين بالشكل الصندوقي(8)، والتي تستخدم غازات الاحتراق المنطلقة من مرجل المحطة لتشغيل آلة تبريد امتصاصية، كما في الشكل(9) :

الشـــكل (8) نظـــام ارتبـــاطي صـــندوقي (محطـــة كهروحرارية+آلةتبريد امتصاصية)



الشكل (9) مخطط لمحطة كهروحرارية+مخطط آلة تبريد امتصاصية.

إن نتائج الحسابات متوضعة في الجدول رقم (3) .

الجدول رقم (3) نتائج حساب النظام الارتباطي (محطة كهروحرارية +آلة تبريد امتصاصية)

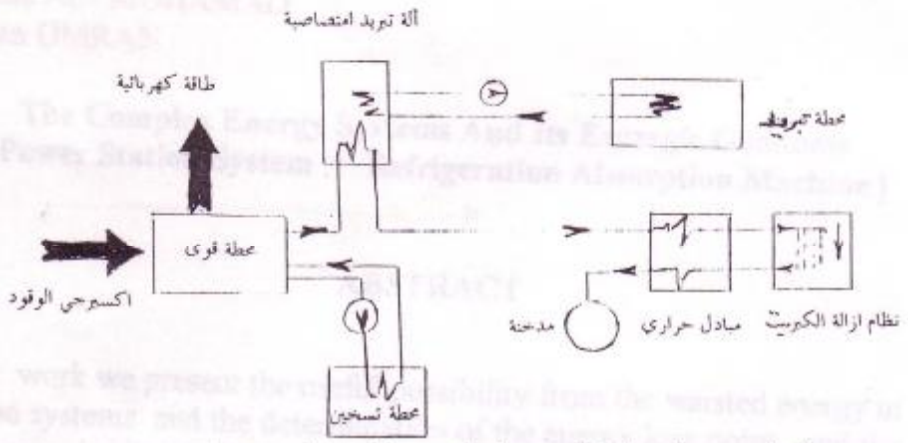
	العنصر	h_{ei}	$\dot{m}_i$	$\dot{m}-\dot{m}h_{ei}$
1	مرجل	0.52	1.106	0.5301
2	عنفة	0.908	0.432	0.0397
3	مبادل حراري	0.941	0.342	0.0201
4	مسخن بخار	0.981	0.248	0.0047
5	جهاز فصل	0.539	0.077	0.0357
6	مبادل استرجاعي	0.899	0.025	0.0025
7	مضخة للمحلول	0.77	0.002	0.0004
8	جهاز الامتصاص	0.213	0.006	0.0047
9	صمام	0.960	0.005	0.0002
10	مبادل استرجاعي	0.722	0.017	0.0048
11	مكثف	0.774	0.012	0.0027
12	مبرد إضافي	0.908	0.010	0.0009
13	صمام	0.947	0.009	0.0004
14	مبخر	0.562	0.008	0.0037
15	حجرة تبريد	0.817	0.003	0.0006

إن قيمة المردود الإكسيرجي للنظام الارتباطي الجديد تساوي % 35.1 .

وهذا المردود اعلى من مردود المحطة الكهروحرارية المستقلة، شكل(6)، والذي يساوي % 34.5 . من هنا نجد ان النظام الارتباطي، يحقق لنا الوفر في استهلاك الوقود الناتج من تشغيل نظام تبريد إضافي جديد، دون صرف طاقة إضافية علاوة على الزيادة في مردود النظام الارتباطي بالكامل، والمحافظة قدر الامكان على البيئة وحمايتها.

في أنظمة المحطات المستقبلية يمكن أن نستفيد من الاكسيرجي المهدورة لغازات الاحتراق ، كذلك من اكسيرجي مياه التبريد في عمليات التكاثف والمزودة بأنظمة إزالة الكبريت.

إن مثل هذه الأنظمة تحقق الاستفادة الأعظمية من اكسيرجي الوقود، وتضمن حماية البيئة بتخفيض نسبة تلوثها . وهنا نقترح مخططا لنظام محطة مستقبلي، كما مبين في الشكل(10) .



الشكل(10) المخطط المقترح لنظام محطة ارتباطي مستقبلي

الاستنتاجات :

1. تظهر الدورة المثالية للمحطة مستوى الاستفادة من اكسيرجي الوقود وغازات الاحتراق .
2. إن استخدام الأنظمة الارتباطية يحقق الاستثمار الأفضل لأكسيرجي الوقود .
3. إن استخدام مفهوم الأكسيرجي ،هو المعيار الأساسي الذي يعتمد عليه عند تصميم المحطات المتطورة والأنظمة الارتباطية .
4. إن الأنظمة الارتباطية تحقق الوفر في استهلاك الوقود، ونتيجة لذلك تؤدي الى زيادة في المردود .

المراجع :

.....

[1] ـ د. م موسى المحمد د. م عدنان عمران – المردود الإكسيرجي والطريقة الجديدة في تقييم أنظمة الطاقة – قبل للنشر في مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية 2000 .

[2]- FRATZSCHER.W.BRODJANSKI.V.M MICHALEK. EXYRGIE-LEIPZIG 1986.

[3]- SHARGUT.J,K.MATSHEK. BILANCE EXYRGIE OF ABSORBATIVE COOLING MACHINE –1986.