Simulation Study and Comparison Green Freeze Technology Utilizing with Theory of Different Adsorption Working Pairs of Solar Adsorption Refrigeration

Faiza Mahdi Hadi
Technical College, Foundation Technical Education/Baghdad
Email:faizam2001@yahoo.com

Received on: 30/6/ 2011 & Accepted on: 5 /1/ 2012

ABSTRACT

In this research a study of the theory of six different adsorption pairs to check and choose the best adsorption pair in terms of adsorption capacity and the effect of high and low temperature on it. It has been shown that the best adsorption pair at the temperature 25^oC is the activated carbon fiber with methanol (ACF + CH3OH). Where the adsorption capacity is $x_{ACF} = 0.45$, followed by granules of activated carbon with methanol (AC + CH3OH) and adsorption capacity is $x_{AC} = 0.3$ by more than half compared to a pair of activated carbon fibers. Then, four adsorption pairs have been selected for solar adsorption ice maker system and a couple for solar adsorption chiller system. The application of Excel has been used to solve governing equations and mathematical model of thermal balance simulation the largest amount of ice produced, the highest coefficient of performance for all pairs adsorption mentioned at the best operational temperature, it was found that the activated carbon fiber with methanol, the largest amount of ice produced 2.55kg and the highest coefficient of performance of 0.38 in the adsorption ice maker at operating temperature of generator is (110^oC). The Adsorption chiller for a couple, silica gel with water, the best in terms of impact with the cooling effect and coefficient of performance of the highest at temperature range of $(64-110^oC)$.

Keywords: - Adsorption pairs, Solar ice maker, Activated carbon, Coefficient of performance (COP).

تكنولوجيا التبريد الخضراء محاكاة جهاز التبريد الامتزازي الشمسي ودراسة تأثير استخدام أزواج أمتزاز مختلفة

الخلاصة

تم في هذا البحث أجراء دراسة نظرية لستة ازواج امتزازية مختلفة لمعرفة واختيار أفضل زوج امتزازي من حيث سعة الامتزاز وتأثير درجة الحرارة العالية والواطئة عليها فقد تبين أن افضل زوج امتزازي عند درجة حرارة 25^oC هو الياف الكاربون المنشط مع الميثانول (ACF+CH3OH) حيث كانت السعة الأمتزازية له $x_{ACF} = 0.45$ ويليه حبيبات

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الكاربون المنشط مع الميثانول (AC+CH3OH) سعة امتزازه $x_{AC} = 0.3$ بما يزيد عن النصف مقارنة بزوج الياف الكاربون المنشط . من ثم تم اختيار اربعة ازواج امتزازية لمنظومة ماكنة صنع الثلج الامتزازية الشمسية Solar adsorption ice maker وزوجين امتزازيين لمنظومة المثلج المائي الشمسي Solar adsorption chiller. تمت معالجة المعادلات الحاكمة والموديل الرياضي للموازنة الحرارية ومحاكاة المنظومتين باستخدام تطبيق الاكسل (Excel). ومن خلال محاكاة المنظومتين تم تقدير اكبر كمية ثلج منتجة وأعلى معامل الأداء لجميع ازواج الامتزاز المذكورة عند افضل درجة حرارة تشغيلية, حيث تبين ان لألياف الكاربون المنشط مع الميثانول أكبر كمية ثلج منتجة 2.55kg واعلى معامل أداء 0.38 في ماكنة صنع الثلج الامتزازية الشمسية عند درجة حرارة تشغيلية لمولد البخار هي (110^oC) . أما مثلج الماء الامتزازي الشمسي Solar adsorption chiller فتبين ان لزوج هيلام السيلكا مع الماء افضل من حيث التأثير التبريدي مع معامل أداء أعلى ضمن مدى درجات حرارة .$(64-110^oC)$

الكلمات المرشدة:- ازواج الامتزاز, الثلاجة الشمسية, الكاربون المنشط, معامل الأداء.

المقدمة

ظهرت الثلاجات الامتزازية الشمسية ((Solar Adsorption Refrigeration System كتكنولوجيا مناسبة مقارنة مع الثلاجات الامتصاصية الشمسية (Solar Absorption Refrigeration System) التي تستخدم الليثيوم بروماید حيث الغت مشكلة التبلور وكذلك التبريد الشمسي الذي يحول الطاقة الشمسية الى طاقة كهربائية في دورة التبريد الانضغاطية.

ان الامتزازهو تثبيت جزيئات الغاز على سطح مادة صلبة, حسب قوى فان دير فال وهو اجراء انعكاسي او ارجاعي (Reversible) وباعث للحرارة (Exothermic) ولايتسبب في تغيير حجم المادة الصلبة ولاتشمل العملية أي تفاعل كيمياوي, وفي حالة التوازن الامتزازي(Adsorption Equilibrium) ويعنى به ان الامتزاز يساوي الانفصال للمادة الممتزة في الطوار الغازي تسمى المادة الصلبة التي يتم عليها الامتزاز الممتز (adsorbent) بينما المادة المركزة التي يحدث لها الامتزاز (adsorbate) توجد مجاميع مختلفة من المواد الممتزة والمازة التي تستخدم في المضخة الحرارية او منظومات التبريد[1] . من بين اكثر المتغيرات تأثيرا, تركيز المادة الممتزة في المادة المازة x, الضغط P و درجه الحرارة T يعني ان التركيز هو دالة للضغط ودرجة الحرارة $x = x(T,P)$ أثنان منهما يحددان حالة المنظومة هذا يمثل الامتزاز الفيزياوي.

تم انجاز العديد من البحوث والدراسات السابقة حيث قام الباحث (M.Pons)1987 [2] بدراسة تحليل نظري لمنظومة تصنيع الثلج الشمسية كما درس العالمان (M.Pons and Ph.grenier) 1986 [3] مختلف قوانين التوازن ووصف حالة النظام للمادة المازة والممتزة . الباحث عمار سعدون قام بناء ماكنة تصنيع الثلج الامتزازية الشمسية التي استخدم فيها $3kg$ من الكاربون المنشط و $(0.858kg)$ من الميثانول وضغط تشغيلي مقداره $4kPa$ واستخدام مكثف بمساحة $6.25m^2$ يبرد بالهواء وقد تم الحصول على $1kg$ من الثلج يوميا بمعامل أداء 0.36 [4] . الباحث عدنان غريب [5] قام ببناء منظومة مختبرية تستخدم

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

لدراسة الخواص الامتزازية للزوج العامل وايجاد المتغيرات الامتزازية لزوج الكاربون المنشط مع الميثانول مستندا على معادلة دوبين استاكوف.

الهدف من هذا البحث دراسة ومقارنة أزوج الامتزاز لظروف تصميمية حدودية للمبخر $(0-5^oC)$, والمكثف (35^oC) وظروف تشغيلة مختلفة درجة التسخين مولد البخار $(64-110^oC)$ودرجة حرارة تبريد مولد البخار تتراوح بين $(25-35^oC)$ لمنظومة التبريد الامتزازية العملية [4] والاعتماد على عوامل الامتزاز التي جمعت من بحوث عالمية سابقة لازواج الامتزاز المختلفة حيث يمكن من خلالها معرفة افضل زوج ولاي غرض يستخدم وعمل مقارنة تامة لجميع الازواج من حيث كمية الثلج المنتجة أو التاثير التبريدي معامل الاداء هذا كله يساعد الباحثين في هذا المجال في اختيار الازواج العاملة والتنبؤ بكمية الثلج المنتجة وحاصل التبريد لمثلج الماء وأدائها .

دورة التبريد الامتزازية الشمسية

يبين الشكل(1) والشكل (2) دورة التبريد الأمتزازية المثالية التي تتكون من اجرائين بثبوت التركيز هما (A-B, D-F) حيث ان الاجراء الاول والثالث لدورة الثلاجة الامتزازية كما موضح في الشكلين أعلاه واجرائين بثبوت الضغط هما (B-D, F-A) حيث ان الاجراء الثاني والرابع, حيث ان الحرارة المحسوسة والتبريد المحسوس يحصلان خلال اجرائين ثبوت التركيز في حالة الأنفصال وحالة الأمتزاز مرورا بأجرائين ثبوت الضغط [8] ,[7] ,[6].

الأجراء الاول (Process 1): يبدأ من نقطة A وهي أعلى تركيز للمادة الممتزة في المادة المازة (x_{AB}) عند درجة حرارة T_A النقطة A تكون المادة المازة قد امتزت المادة الممتزة, والناتج من عملية الامتزاز انبعاث حرارة مضافة اليها الحرارة من المصدر الحراري لتبدأ عملية الأنفصال حيث ترتفع درجة حرارة المادة المازة الى ان يصل الضغط داخل المولد الى ضغط المكثف P_C وترتفع درجة حرارة المادة المازة الى T_B التي بالامكان حسابها من المعادلة(3) وبتركيز (x_{AB}).

الاجراء الثاني (Process 2): يبدأ من نقطة B حيث عملية الانفصال وبثبوت الضغط وصولا الى اعلى درجة حرارة يمكن ان تصلها المادة المازة T_D عند النقطة D ولكن بتركيزجديد (x_{DF}) اقل تركيز للمادة الممتزة في المادة المازة ويمكن حسابه ايضا من المعادلة (1) .

الاجراء الثالث (Process 3): وهو التبريد الذي يحصل بثبوت التركيز من نقطة (D-F) الى ان يصل ضغط المولد الى ضغط المبخر P_e ومن معرفة التركيز يمكن حساب T_F من المعادلة (3) .

الأجراء الرابع (Process 4): عملية الامتزاز تحصل من نقطة F الى ان يصل التركيز الى اعلى تركيز وهو (x_{AB}) وبهذا تكتمل دائرة التبريد الامتزازية الذي معامل أدائها حاصل التبريد مقسوما على كمية الحرارة المضافة الى المولد البخار.

التحليل الرياضي

ان اختيار افضل زوج امتزاز شغال يعتمد على عدة عوامل والعامل الاهم هو سعة الامتزاز (Adsorption capacity) وهي القدرة او القابلية على الامتزاز اي سحب الممتز الى

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

فجوات المادة المازة المنتشرة على سطحها وتعتمد على حجم الفجوات المجهرية وحجم جزيئات الممتز ويتركز الممتز في طور الغاز على المادة المازة وتعتبر درجة الحرارة وضغط التشبع لمولد البخار دالة لقابلية الامتزاز ولايجاد القدرة المادة على الامتزاز تستخدم معادلة دوبن – استاكوف المعدلة بصيغتها

$$x = x_o \exp\left[-k\left(\frac{T}{T_{Sat}}-1\right)^n\right] \qquad .....(1)$$

$$x = x_o \exp\left[-DT\left(\ln\left(\frac{P_{Sat}}{P}\right)^n\right)\right] \qquad ....(2)$$

حيث المخرجات: هي (x_{AB}) و (x_{DF}) سعة الامتزاز في درجة حرارة الامتزاز , T وحدة قياسها الكلفن , والمدخلات: هي كل من $x_o = \left(\frac{kg_{Adsorbat}}{kg_{Adsorbent}}\right)$ قدرة او سعة الامتزاز المشبعة في حالة الاتزان لامتزازي عند تساوي درجة حرارة الامتزاز (T) و T_{sat} درجة حرارة التشبع عند ضغط التشبع P_{sat} وتقاس بوحدات الكلفن و (k) (n), (D) متغيرات للامتزاز لوسائط التبريد الامتزازي المختلفة .

لقد عملت دراسات عالمية مختبرية عديدة اعطت تفاصيل مستوى الحرارة المتولدة من عملية الامتزاز (Heat of adsorption) وكذلك تم ايجاد المتغيرات الأمتزازية التي يمكن الحصول عليها مختبريا فقط والتي هي x_o, k, D, n والتي جمعت في الجدول رقم 1 .

وباستخدام تطبيق الاكسل (Excel) تم معالجة جميع البيانات وبرمجة المعادلات الحاكمة (1) و(2) ولازواج الامتزاز الستة , ولدرجة حرارة المبخر $(0-5^oC)$, ودرجة حرارة المكثف 35^oC ولدرجات حرارة جو (تشغيل) مختلفة لمقارنة اي زوج افضل سعة امتزاز ومعرفة سلوكها, وكذلك نبين قابلية الازواج على توليد وسيط التبريد ولدرجات حرارة توليد مختلفة. ولأكمال رسم دائرة التبريد الامتزازية ولكل زوج امتزازي لابد من ايجاد درجات الحرارة المفقودة من ترتيب المعادلة (1) نحصل على المعادلة التالية [9].

$$T = T_{Sat}\left[\left(\frac{\ln\frac{x_o}{x}}{k}\right)^{\frac{1}{n}}+1\right] \qquad ...(3)$$

تم دراسة منظومة تثليج الاامتزازية الشمسية العملية [4] الهدف منها انتاج الثلج بأستخدام أزواج الأمتزاز التالية وهي (الياف الكاربون المنشط +الميثانول), (الكاربون الحبيبي +الميثانول),

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

(الكاربون + الامونيا), (الكاربون الحبيبي +الايثانول) لملائمتها لانتاج الثلج لانها تتبخر في درجة اقل من الصفر بكثير كانت الظروف التصميمية هي درجة حرارة المبخر $(Te=0^oC)$ ودرجة حرارة المكثف $(T_C=35^oC)$ ودرجة حرارة المحيط الخارجي $(T_A=25-35^oC)$ وكان مدى درجات حرارة مولد البخار تتراوح (64^oC-110^oC) باستخدام النموذج الرياضي لدورة التبريد الامتزازية [10] وبرمجة الموديل الرياضي باستخدام تطبيق الاكسل (Excel) وكما موضح بالمخطط الانسيابي شكل (3) تم عمل محاكاة للمنظومة حيث ان

$$Q_{ice}=M_{ice}\left[h_{fg}+Cp_{water}(T_A-0)\right] \quad .....(4)$$

$$M_{ice}=Q_{ice} \quad ...(5)$$

ولحساب معامل أداء دورة التبريد الامتزازية والذي هوحاصل التبريد مقسوما على الحرارة الداخلة لمولد الثلاجة الامتزازية.

$$COP=\frac{(Cooling\,effect)}{(Thermal\,heat\cdot input\cdot to\cdot cycle)} \quad .....(6)$$

أما أزواج الأمتزاز التالية وهي (الزيولايت + ماء) , (السيلكاجل + ماء) ولكون وسط التبريد هو الماء حيث الحرارة الكامنة للتبخر للماء عالية وتساوي $\left(L_{E(H2O)}=2490\frac{kJ}{kg}\right)$ فالغاية من منظومة التثليج الامتزازية الشمسية المذكوره انتاج ماء مثلج (Adsorption chiller) بدرجة حرارة $(T=5^oC)$ لاستخدامه لتكييف الهواء الظروف التصميمية كما يلي درجة حرارة المبخر $(Te=5^oC)$, درجة حرارة المكثف $(T_C=35^oC)$, درجة حرارة المحيط الخارجي $(T_A=25-35^oC)$ ومدى درجات الحرارة في مولد البخار تتراوح (64^oC-110^oC) والمقارنة بين الزوجين بأستخدام وبرمجة النموذج الرياضي لدورة التثليج الامتزازي [10] ومعالجته باستخدام تطبيق الاكسل(Excel) نحصل على كمية التاثير التبريدي من المعادلة التالية.

$$Q_{ref}=(x_{AB}-x_{DF})\times m_{AC}\times L_{E_{(H2O)}} \quad ....(7)$$

النتائج والمناقشة

تأثير درجة حرارة الجو الواطئة (اثناء الليل) للأزواج المختلفة

يوضح الشكل 4 تأثير درجة حرارة المادة المازة (Adsorbent temperature) على سعة امتزازها (Adsorption capacity) لبخار مائع التثليج ويلاحظ في الشكل ادناه ان سعة أمتزاز الياف الكاربون المنشط للميثانول $(x_{ACF+Methnol})$ عالية لمدى درجات حرارة يتراوح من $T=5^oC-50^oC$, بعد هذه الحدود تبدأ سعة أمتزاز الياف الكاربون المنشط للميثانول بالانخفاض بشكل ملحوظ وحيث أن مدى درجات حرارة الأمتزاز لمنظومة التثليج الامتزازية تقع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ضمن حدود درجات الحرارة المذكورة اعلاه لذا تعتبر الياف الكاربون المنشط هي الأنسب. ونلاحظ في الشكل أعلاه ايضا ان زوج الكاربون المنشط والأمونيا $(x_{AC+Ammonial})$ هو الأقل سعة امتزاز , ضمن حدود درجات الحرارة المذكورة اعلاه , في حين أن أزواج الأمتزاز الأخرى تقع ضمن المدى المتوسط لقابلية الأمتزاز.

تأثير درجة حرارة الجو العالية اثناء النهار على سعة الامتزاز اعادة التوليد

يبين الشكل 5 تاثير درجة الحرارة المادة المازة على قابليتها لتحرير بخاروسيط التبريد, ويلاحظ من الشكل اعلاه ان قابلية الياف الكاربون المنشط على تحرير بخار الميثانول هي الأكبر , وحيث أن مولد البخار لمنظومة التثليج الأمتزازية يقع ضمن مدى درجات الحرارة من $T = 80^oC - 110^oC$ لذا يمكن أعتبار ألياف الكاربون المنشط هي الأنسب للأستخدام في منظومات التثليج الأمتزازية , وتاتي قابلية الياف الكاربون على امتزاز وتحرير بخار الميثانول من مساميتها العالية مقارنة بالمواد المازة الأخرى , حيث أن ابعاد الفجوات التي تحتويها تتراوح من (0.8–2nm) [11] وهذا يساعد على احتوائها لذرات الميثانول.

علاقة كمية الثلج المنتج لدرجات حرارة مختلفة

يبين الشكل 6 علاقة كمية الثلج المنتجة من دورة التثليج الامتزازية , مع درجة حرارة مولد البخار حيث نلاحظ ان كمية الثلج تزداد بأزدياد درجات الحرارة, وذلك لازدياد كمية المادة الممتزة المنفصلة او المتولدة بأزدياد درجات الحرارة والتي ينتج عنها زيادة التأثير التبريدي. علاوة على ذلك فأن أفضل كمية منتجة من الثلج هي لليف الكاربون المنشط مع الميثانول حيث تبين ان اكبر كمية ثلج منتجة 2.55kg ويليه الكاربون الحبيبي المنشط مع الميثانول , الكاربون الحبيبي مع الأمونيا ويتساوى زوجا الامتزاز الكاربون المنشط مع الايثانول والكاربون المنشط مع الامونيا لكمية الثلج المنتج .

مقارنة معامل الاداء لأزواج الأمتزاز الشغالة المختلفة لدرجات حرارة مختلفة

يبين الشكل (7) علاقة درجة حرارة مولد البخار بمعامل أداء دورة تثليج أمتزازية لمختلف أزواج أمتزاز, نلاحظ من الشكل أعلاه أن معامل الأداء يزداد مع زيادة درجة حرارة مولد البخار وتكون الزيادة ملحوظة لغاية 92^oC وبعدها تكون الزيادة في معامل الأداء قليلة , وهذا يعني ان درجة الحرارة دالة لمعامل الأداء ولكن هناك تأثير لخواص الامتزاز تدخل في التأثير على قيمة معامل الأداء. ويتميز زوج الأمتزاز ألياف الكاربون المنشط مع الميثانول بأعلى معامل أداء ويساوي 0.38 والذي يمتلك أعلى قيمة لقابليته على الأمتزاز والأنفصال ثم يليه الكاربون المنشط الحبيبي مع الايثانول ومن ثم الكاربون المنشط مع الميثانول ويعتبر زوج الامتزاز الكاربون المنشط مع الأمونيا الأقل معامل أداء .

مقارنة التأثير التبريدي لزوجي الأمتزاز الزيولايت والسليكا جل مع الماء لدرجات حرارة مختلفة

من الشكل (8) نلاحظ تأثر كمية التأثير التبريدي بدرجات الحرارة حيث تزداد كمية التأثير التبريدي بزيادة درجة الحرارة وتكون كمية التأثير التبريدي لهيلام السيلكا ماء اكثر من الزيولايت مع الماء لأنه كمية وسيط التبريد المنفصلة (الماء) تكون اكثرمع هيلام السيلكا منها الزيولايت وتساوي $1651kJ$ وعند درجة حرارة مولد البخار (110^oC) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقارنة معامل الاداء لزوجي الأمتزاز الزيولايت والسليكا جل مع الماء لدرجات حرارة مختلف

من الشكل (9) نلاحظ تأثر معامل الاداء بدرجات الحرارة حيث يزداد معامل الاداء بزيادة درجة الحرارة ويكون معامل اداء هيلام السيلكا مع الماء أعلى من الزيولايت مع الماء ويساوي 0.68 عند درجة حرارة مولد البخار $(110^{o}C)$.

الأستنتاجات

نستنتج مما سبق مايلي:

1- يمتاز زوج الامتزاز الياف الكاربون مع الميثانول بخاصية أمتزاز عالية مقارنة بأزواج الأمتزاز الأخرى والتي هي بحدود $x_{ACF} = 0.45 \frac{kg_{CH3OH}}{kg_{AC}}$ عند درجة حرارة الياف الكاربون المنشط $25^{o}C$.

2- أن أفضل زوج أمتزاز مستخدم في منظومة التثليج الامتزازية هو الياف الكاربون مع الميثانول حيث يمكن تحقيق كمية ثلج تساوي 2.55kg ومعامل أداء 0.38 عند درجة حرارة مولد$(110^{o}C)$.

3- أن زوج الامتزاز السيلكا جل مع الماء المستخدم لانتاج الماء المثلج Adsorption chiller يكون افضل من زوج الامتزاز زيولايت مع الماء حيث التأثير التبريدي $1651kJ$ ومعامل أداءه 0.68 وعند درجة حرارة مولد البخار $(110^{o}C)$.

REFERENCES

[1] Taylor & Francis Group , LLC (book)" Activated Carbon Adsorption" Roop Chand Bansal Meenakshi Goyalthe Academic Division of T&F Informa plc Boca Raton London New York Singapore:2005

[2] M. Pons Ph Grenier "Experimental Date On Solar-powered ice maker using Activated Carbon and Methanol Adsorption Pair"Journal of solar energy engineering 1987 .

[3]M.Pons Ph. Grenier "Phenomenological Adsorption equilibrium low extracted from experimental and the oretical considerations applied to the Activated carbon + Methanol Pair"Journal of solar energy engineering 1986 .

[4] Amar S. A "Design, construction and performance of solar powered ice maker" M.S.C. thesis, Submitted to the Department of Machines and Equipment of the University of Technolog Iraq, 2006

[5] Adnan Ghareb Tuaama, "Theoretical and experimental study of activated carbon – methanol adsorption units" M.S.C. thesis, Foundation of technical education, Technical college Baghdad, Iraq, 2009

[6] Nathan Rona" Solar Air- conditioning systems "e Book-edition focus on component and their working principles. Internserie": 12004:01 ISSN 1652-6007Chalmers university of technology. Sweden 5765/2004

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

[7] Passos E, Meunier F, Gianola JC."Thermodynamic performance improvement of an intermittent solar powered refrigeration cycle using adsorption of methanol on activated carbon". Journal of Heat Recovery Systems 1986; 6:259–64

[8] Wang RZ." An energy efficient hybrid system of solar powered water heater and adsorption icemaker". Sience Direct Solar Energy 2000; 68(2):189–195.

[9] Faeza M. Hadi [2009]" Theoretical and experimental study of two bed solar adsorption chiller with regeneration "M.S.C thesis Submitted to Council of Technical College/Baghdad

[10] R. Z. Wang, M. LI, Y. X. XU and J. Y. WU. "An energy efficient hybrid system of solar powered water heater and adsorption ice maker" Institute of refrigeration and cryogenics, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai200030, 1999.

[11]Y.Hamamoto, K.C.A.Alam, B.B. Saha, S. Koyama, A. Akisawa, T. Kashiwagi" Study on adsorption refrigeration cycle utilizing activated carbon fiber. Part 1. Adsorption characteristics"University of Agriculture and Technology Tokyo 184-8588, Japan (2005) Science Direct (International Journal of Refrigeration 29(2006) 305-314

[12] Hasan Demira, Moghtada Mobedib, Semra U lku a; "A review on adsorption heat pump Problems and solutions" Department of Chemical Engineering, Izmir Institute of Technology, June 2007 Science Direct Renewable and Sustainable Energy Reviews www.elsevier.com/locate/rser

[13] Li M, Wang RZ, Xu YX, Wu JY, Dieng AO." Experimental study on dynamic performance analysis of a flat-plate solar solid-adsorption refrigeration for ice maker" Science Direct. Renew Energy 2002; 27(2):211–21

[14] Wang LW,Wang RZ, Lu ZS, Chen CJ,Wang K,Wu JY. " The performance of two adsorption ice making test units using activated carbon and a carbon composite as adsorbents". Carbon 2006;44:2671–80.

[15] Lu YZ, Wang RZ, Zhang M, Jiangzhou S. "Adsorption cold storage system with zeolite –water working pair used for locomotive air conditioning" .Energy Convers Manage 2003;44(10):1733–43.

[16] J. Tiansuwan, J. Hirunlabh" Mathematical Model of an Activated Carbon-Ethanol Refrigerator" Department of Mechanical Engineering' Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand, ThammasIantt .J .S c.T ech.V, ol.3,N o.l, Januar1y 998

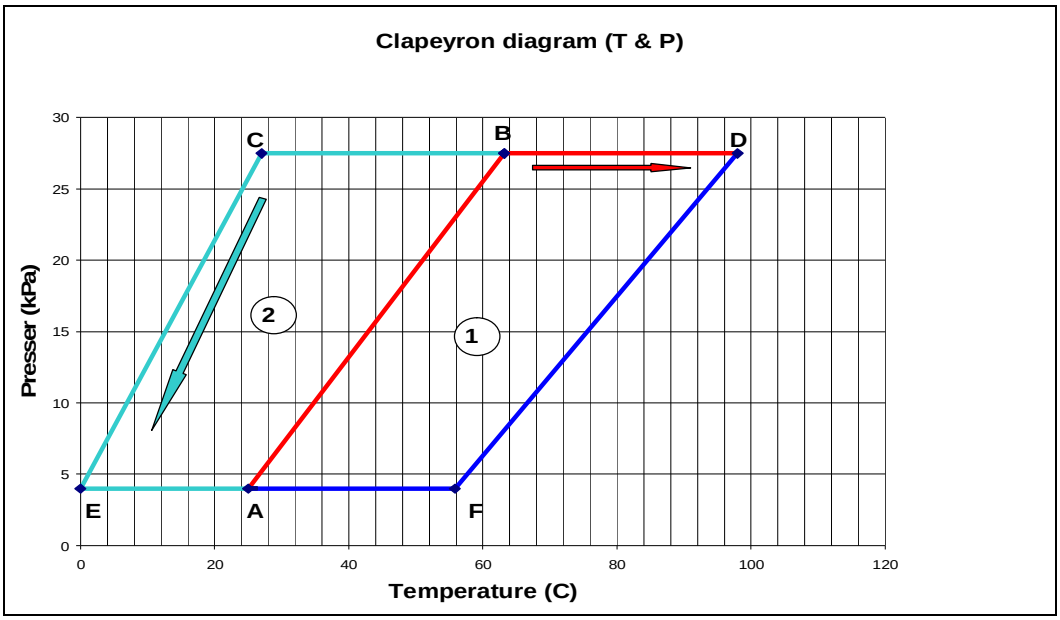
[17] Daou K, Wang RZ, Xia ZZ, Yang GZ. "Experimental comparison of the sorption and refrigerating performances of a CaCl2 impregnated composite adsorbent and those of the host silica gel." Int J Refrig 2007;30(1):68–75.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

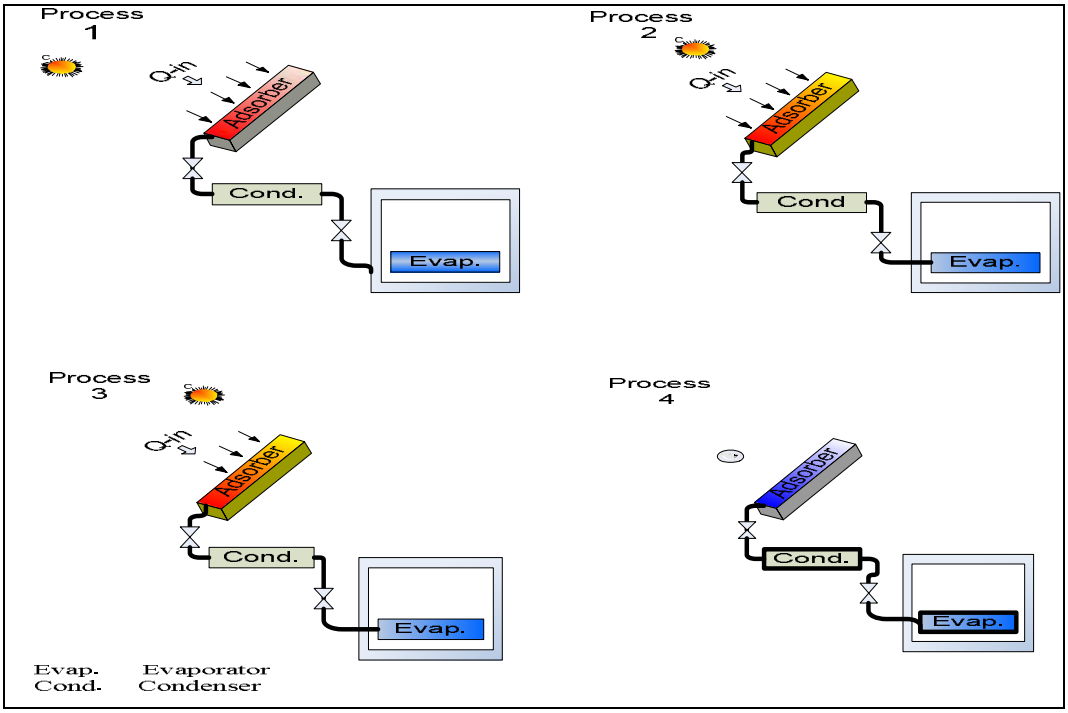
جدول رقم (1) معلمات اومتغيرات الامتزاز لبعض الازواج الشغالة

Adsorbent	Type	Adsorbate	Heat of adsorption (kJ/kg)	Adsorption parameter k	Adsorption Parameter n	Saturate Adsorption Capacity x_o at $(T = T_S)$ (kg / kg) ($20\,^oC$ - $50\,^oC$)
Activated Carbon fiber (ACF)	micropores diameter $20\,^oA$ [12] [13]	Methanol CH3OH	1000-1300	10.94	1.31	0.662
Activated Carbon (AC)	(YKAC, 14-20 mesh, produced from coconut shell) [14]	Methanol CH3OH	1800-2000	13.38	1.5	0.45
Activated Carbon (AC)	(YKAC, 14-20 mesh, produced from coconut shell) [14]	Ammonia	2000-2700	3.57	1.38	0.29
Zeolite	(4-8 mesh, grain diameter of 2.38-4.75 mm) [15]	Water	3300-4200	5.36	1.73	0.261
Activated Carbon (AC)	Size of 2-3 mm (6x12 mesh size). [16]	Ethanol	1200-1400	14.83	1.63	0.338
Silica-gel	Average particle size of 6 mm, Pore size 1.5nm and 3.0nm [17]	Water	2800	10.51383	1.7	0.35

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

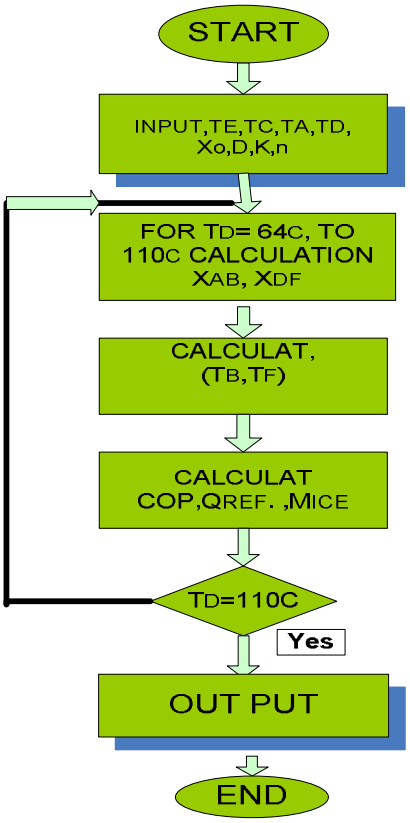


شكل (1) مخطط كليبرون (P vs. T) لدورة الثلاجة الامتزازي



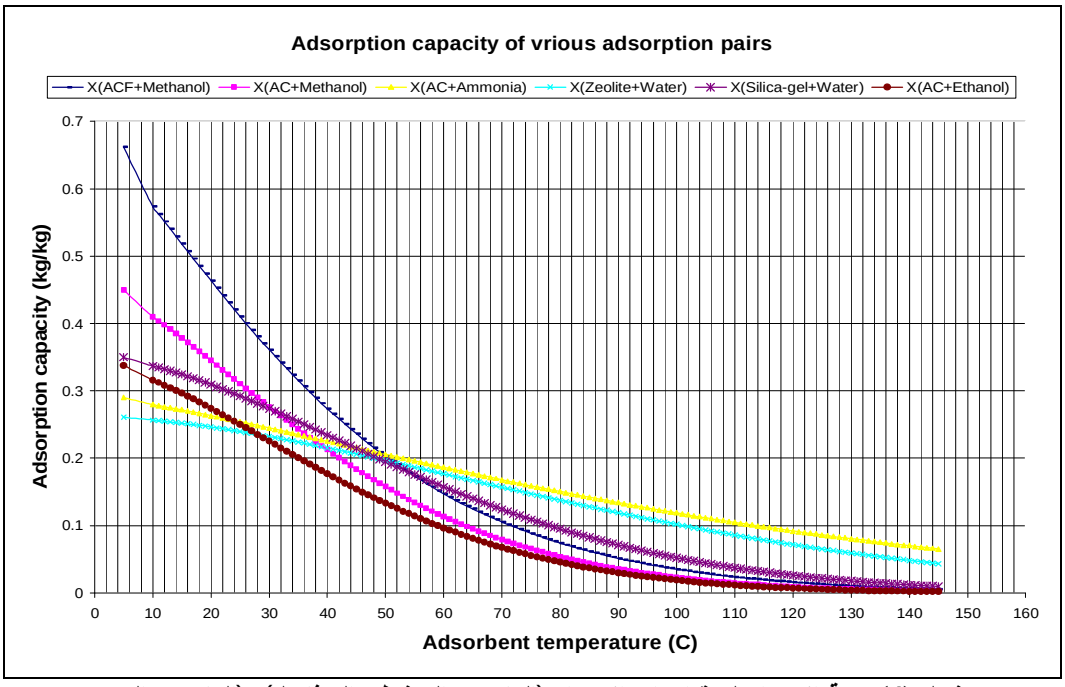
شكل (2) رسم تخطيطي للثلاجة الامتزازية الشمسي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

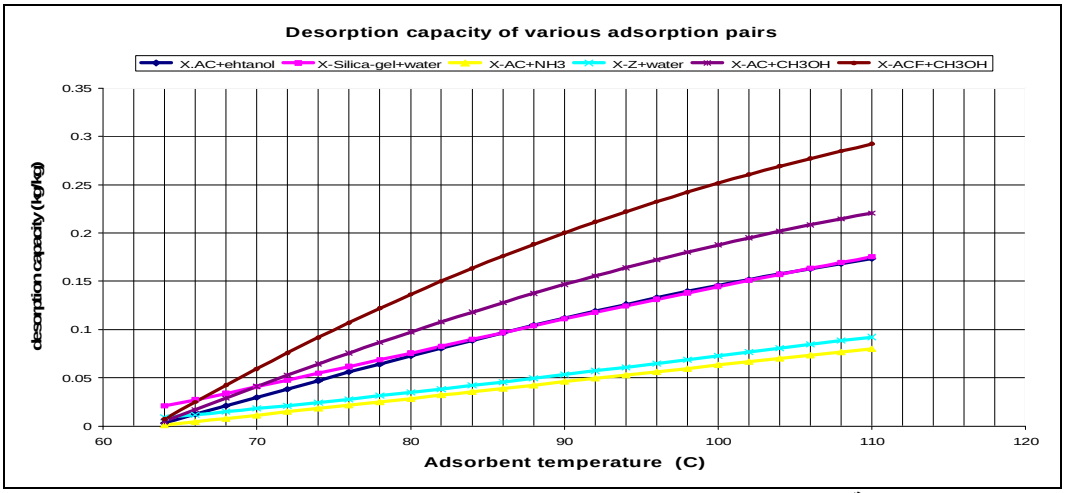


شكل (3) المخطط الانسيابي (بتطبق الاكسل) لمنظومة التبريد الامتزازية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

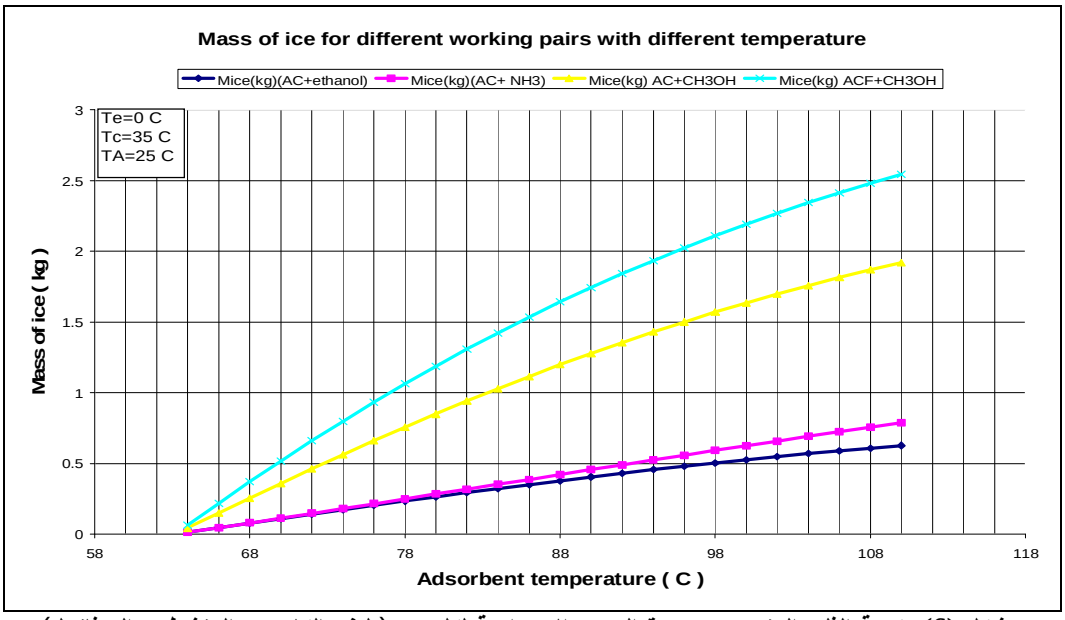


شكل (4) سعة الامتزاز لعدة ازواج الامتزاز (الكاربون المنشط +الميثانول), (الكاربون الحبيبي +الميثانول) (الكاربون الحبيبي+ الامونيا), (الكاربون الحبيبي + الايثانول), (الزيولايت + الماء), (السيلكاجل + الماء)

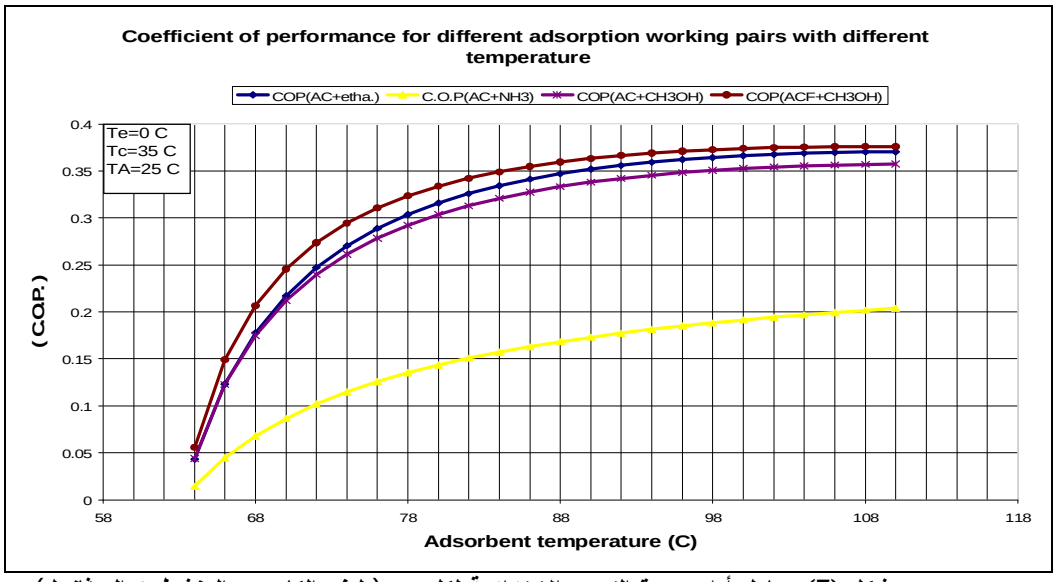


شكل (5) سعة الامتزاز (التوليد اوالانفصال) لعدة ازواج الامتزاز (الكاربون المنشط +الميثانول), (الكاربون الحبيبي +الميثانول) (الكاربون الحبيبي+ الامونيا), (الكاربون الحبيبي + الايثانول), (الزيولايت + الماء), (السيلكاجل + الماء)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

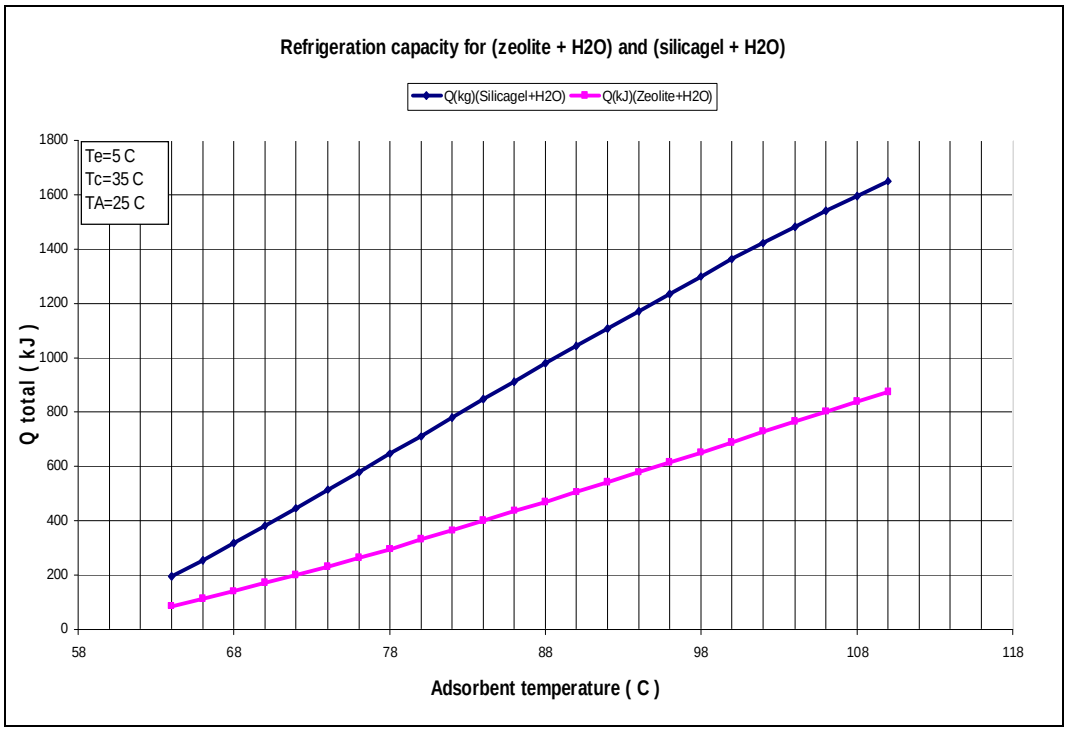


شكل (6) كمية الثلج المنتج من دورة التبريد الامتزازية لكل من (ليف الكاربون المنشط + الميثانول), (الكاربون الحبيبي + الميثانول), (الكاربون الحبيبي + الأيثانول), (الكاربون الحبيبي + الأمونيا)

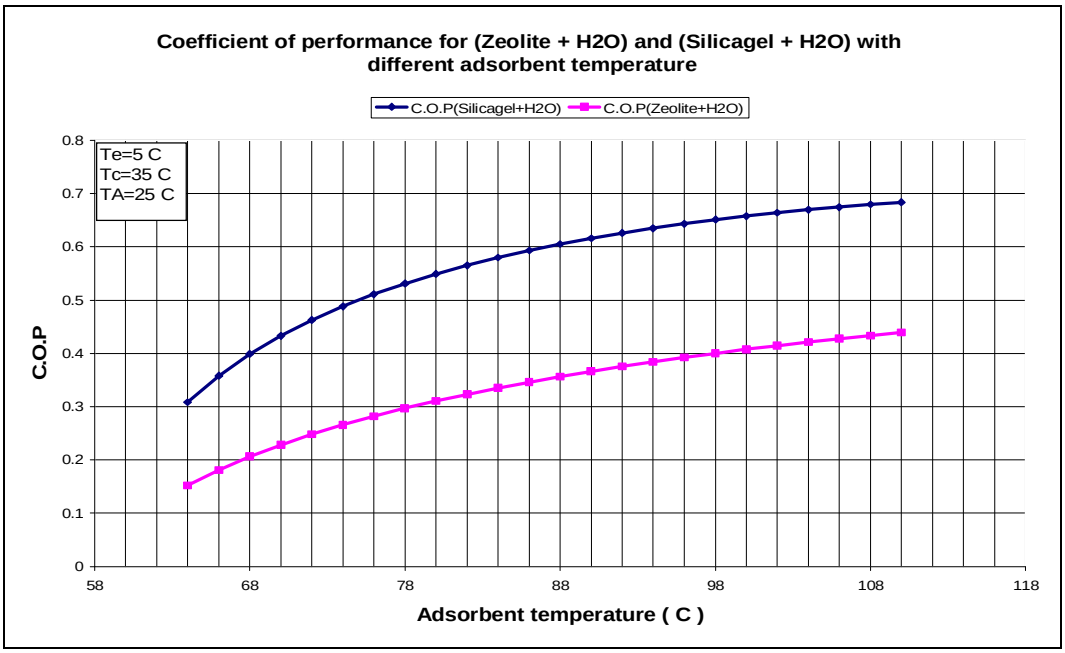


شكل (7) معامل أداء دورة التبريد الامتزازية لكل من (ليف الكاربون المنشط + الميثانول), (الكاربون الحبيبي + الميثانول), (الكاربون الحبيبي + الأيثانول), (الكاربون الحبيبي + الأمونيا)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



شكل (8) كمية التأثير التبريدي لدورة التبريد الامتزازية لكل من (الزيولايت + ماء), (السيلكاجل + ماء)



شكل (9) معامل أداء دورة التبريد الامتزازية لكل من (الزيولايت + ماء), (السيلكاجل + ماء)

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com