

التغيرات الأدائية لوحدة تكييف هواء شبكية معالجة كيميائياً للعمل في بيئة صناعية بتروكيماوية

د. ابتسام احمد حسن* ، محمد حسان جبل* و أمير عبد جدوع*

تاريخ التسليم: 2011/ 1 /18

تاريخ القبول: 2011/ 6 / 2

الخلاصة

لما كانت اغلب تطبيقاتنا الصناعية تعاني من تقادم وحداتها وبالتالي كثرة مطلقاتها الغازية الضارة ذات الآثار التآكلية السيئة على أجزاء منظومات التكييف . ولما كانت اغلب الحلول المطروحة للحد من هذه الآثار هي حلول تتعلق بطلاء أجزاء من منظومات التكييف بمواد وطرق مختلفة كان لا بد من توافر دراسات تبحث في تأثير هذه الطريقة اي طريقة الطلاء الكيميائي في أداء مكيفات الهواء هذه. ولهذا جاء هذا البحث ليشتمل على دراسة عملية متكاملة تبين تأثير نوع محدد من الطلاء الكيميائي المستخدم لطلاء رقائق الألمنيوم وأنيبيب النحاس في منظومة تثلج جهاز تكييف هواء شبكي (سعة 2طن -ضاغط ترددي -R-22) في أداء هذا المكيف من خلال حساب كل من سعة التثلج وشغل الضاغط والحرارة المطروحة ومعامل الأداء قبل وبعد عملية الطلاء الكيميائي ولظروف اشتغال مختلفة. وقد تبين ان هذا النوع من الطلاء يسبب نقصان في كل من سعة التثلج وشغل الضاغط والحرارة المطروحة ومعامل الأداء الا انه يحافظ على أجزاء منظومة التثلج من التآكل ولوقت طويل جدا . وقد تم إجراء جميع فقرات الجانب العملي الخاص بالبحث في الشركة العامة للصناعات الكهربائية.

الكلمات المرشدة: تكييف الهواء , التثلج , معامل الأداء , أنابيب النحاس, طلاء المعادن.

Performance Changes For Window Type Air-Conditioner Unit Chemically Treated To Work In An Industrial Petrochemical Environment

Abstract

Since most of our industrial applications suffer from aging of units. and hence the penalty of gaseous harmful releases with bad corrosive influences on air-conditioning components. However all the available solutions to diminish these influences are related to painting parts of the air-conditioning system with different substances and methods. The present study investigates the effect of chemical painting on the performance of these air-conditioning units. This research is a practical study which explores the influence of a specified kind of chemical painting used to paint Aluminum fins and copper pipes in the refrigeration system for window type air-conditioning units of (2tons capacity-reciprocating compressor -R-22) on it's performance through calculating each of the capacity of refrigeration, compressor work, transmitted heat and coefficient of performance before and after the chemical painting process, and making comparison between the two in various operating conditions. It was found that the coating causes a decrease of the capacity of refrigeration, compressor work, transmitted heat and coefficient of performance. However it saves all parts in refrigeration system from corrosion for along time. The practical part were conducted in the state company for electrical industries.

العمل او وحدة من الوحدات التي سخرها العلم لخدمة الانسان الا وللتكييف (التدفئة والتبريد) علاقة مباشرة او غير مباشرة في

المقدمة

يؤدي التبريد دوراً مهماً في حياتنا اليومية، فلا يكاد يوجد مرفق من مرافق

التكييف بمواد كيميائية تمنع تآكل النحاس والالمنيوم في بيئات العمل المشبعة بغازات الكبريت واكاسييدة ولما كانت هذه الطرق تشتمل على طلاء المبادلات الحرارية ايضاً والتي لها الأثر الكبير في تحديد كفاءة اداء منظومات التكييف كان لابد من ايجاد دراسات عملية دقيقة تبين تأثير هذا النوع من الطلاء الكيماوي في كفاءة اداء منظومات التكييف. ولهذا جاء هذا البحث ليشتمل على دراسة عملية دقيقة لتقييم اداء منظومة تثلج صغيرة (مكيف شبكي سعة 2طن) مطلي بمادة كيميائية تمنع تآكل النحاس والالمنيوم فيه ومقارنة أداءه مع أداءه قبل الطلاء وظروف عمل مختلفة.

2- تآكل المعادن (Corrosion Minerals):

هناك نوعان من التآكل هما :

1- التآكل الكيماوي (المباشر) (Direct Corrosion):

يحصل نتيجة تفاعلات كيميائية بين المعدن والمحاليل الأكلة مثل الاحماض، حيث ينحل المعدن بدون تكوين طبقة او قد تتكون طبقة من نواتج التفاعل والتأثير على المعدن. وهذا النوع من التآكل يكون متجانس وعالي نسبياً ويمكن السيطرة على التآكل المباشر بإضافة كيميائيات مهبطية معينة. ومن امثلة تآكل صمامات العادم بمحركات الاحتراق الداخلي ومواسير العادم وغرف الاحتراق بالمواقد والوصلات الداخلية الميكانيكية في الافران والمحركات [7].

2- التآكل الكهروكيميائي (Electro-Chemical Corrosion):

هو تفاعل كهروكيميائي يتطلب وجود معدن في محلول الكتروليتي في تماس مع سطح المعدن وبسبب عدم تجانس البنية او التركيب الكيماوي للمعدن المغمور. تتولد على سطح المعدن المغمور اقطاب كاثودية وانودية حيث تتآكل المناطق الانودية بشكل ايونات ومحركة الالكترونات اما التفاعلات الكاثودية فهي ذات طبيعة اختزالية ويعتمد معدل التآكل على التيار المار بين الانود والكاثود وعلى طبيعة الاكتروليت وعموماً فان المعدن ذو النقاوة العالية والطور الواحد يتآكل بمعدل اقل من المعدن ذو الشوائب

تصميمها وخدمة الاغراض التي انشئت من اجلها كونه يعني السيطرة على درجة حرارة الهواء ورطوبة النسبية ونقاوة وحركنة وتجهيزة بحالة ملائمة للتطبيق المطلوب. فنجد بأن تكييف الهواء اصبح ملازماً للكثير من العمليات الصناعية والزراعية واصبح لتكييف الهواء في هذه المجالات الاثر البالغ في زيادة الانتاج في المعامل وحفظ المنتجات الزراعية والحيوانية وتصنيعها بصور مختلفة. كما انتشر استعمال وسائل التدفئة والتبريد في الكثير من الصناعات ومنها الصناعات الغذائية والبتروكيميائية والنسيج وصناعة الادوية وحفظ الاطعمة وصناعات اخرى متعددة وعند امعان النظر في دور اجهزة التكييف في التطبيقات الصناعية نجده دوراً كبيراً يتمحور في محورين اساسين احدهما هو دور اجهزة التكييف باعتبارها وحدات مكملة او ملحقة بوحدات الخطوط الانتاجية في التطبيقات الصناعية بحيث ان تلفها او توقف عملها يسبب توقف العملية الانتاجية. اما المحور الثاني الذي تلعبه اجهزة التكييف فهو في توفير ظروف الراحة للعاملين وبما يتناسب وبيئة العمل وبالتالي فان الاهتمام بكفاءة اداء اجهزة التكييف في التطبيقات الصناعية يجب ان يكون مضاعفاً كونه يصب في مصلحة العملية الانتاجية بصورة مباشرة او غير مباشرة وعند اجراء مسح ميداني لأكثر الصناعات استهلاكاً لأجهزة التكييف ومثلجات الماء (Chillers) نجد بان الصناعات البتروكيميائية وبضمنها مصافي تكرير النفط هي اكثر هذه الصناعات استهلاكاً وخاصة في البلدان

ذات البنى التحتية القديمة نسبياً. حيث يمتاز هذا النوع من الصناعات بكثرة مطلقاته الغازية (غازات هيدروكاربونية وغازات الكبريت واكاسيده) ذات الأثر السيئ على البيئة وعلى المكونات النحاسية ورفائق الالمنيوم التي تشكل غالبية اجزاء منظومات التكييف وسعيماً في تحجيم هذه المشكلة وباقل الكلف تلجأ فرق الصيانة في هذا النوع من الصناعات الى طلاء معظم مكونات النحاس والالمنيوم لمنظومات

حرارته وضغطه مما قد يسبب انتقال الحرارة إلى خارج قشرة الضاغط وبذلك لا تتم عملية الانضغاط لبخار مائع التثليج داخل اسطوانة الضاغط بثبوت الانتروبي (Isentropic Process). ويوضح الشكل (1) الاختلاف بين دورة التثليج الانضغاطية النظرية والعملية على مخطط (P-H) [1]، [11].

حسابات دورة التثليج الانضغاطية

بعد تثبيت النقاط التي تمثل حالة وسيط التثليج قبل وبعد كل جزء من أجزاء الدورة تُحدد وتُحسب خواص مائع التثليج لكل نقطة من نقاط الدورة، بعد ذلك تُعتمد مجموعة معادلات في تحديد معالم اداء منظومة التثليج الانضغاطية وهذه المعادلات هي كالآتي : [11].

◀ معدل التدفق الكتلي لمائع التثليج :

$$\dot{m}_R = \rho_R \times V \cdot R \quad \dots\dots (1)$$

◀ قدرة الضاغط :

$$W_{comp.} = \dot{m}_R \times (h_2 - h_1) \quad \dots\dots (2)$$

◀ معدل الحرارة المطروحة :

$$Q_C = \dot{m}_R \times (h_2 - h_3) \quad \dots\dots (3)$$

◀ معدل سعة التثليج :

جانب مائع التثليج /

$$Q_e = \dot{m}_R \times (h_1 - h_4) \quad \dots\dots (4)$$

جانب الهواء /

$$Q_e = H \times A_s \times (T_r - T_w) \quad \dots\dots (5)$$

◀ معامل الأداء :

$$C.O.P. = \frac{Q_e}{W_{comp.}}$$

$$C.O.P. = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \quad \dots\dots (6)$$

والسيانك والاطوار. ومن امثلة تآكل حديد الزهر في الجو الرطب وفي الماء العذب وماء البحر والأحماض [7]. وتعتبر عملية طلاء المعادن من الطرق الشائعة الاستخدام في المحافظة على المعادن من حالات التآكل ويعبر عن عملية الطلاء احياناً بالتغطيات وتعتبر التغطيات الفلزية والغير العضوية هي من التغطيات الشائعة للسيطرة على التآكل كما هو الحال في موضوع البحث (طلاء انابيب النحاس بمادة كيميائية مقاومة للتآكل) ويتوقف اختيار نوع الطلاء على كل من الوسط الأكل وطريقة التطبيق ونوع الفلز المراد طلائه اضافة الى نوع

الترابط بين الفلز المغطى والتغطية نفسها، إن عملية الطلاء (التغطية) هي اكثر الطرق المستخدمة شيوعاً في التصدي لعملية التآكل الفلزي حيث يتلخص عمل التغطيات في الحد من عملية التآكل الفلزي في انها تقوم بعزل الفلز عن الوسط الأكل كلياً او انها تؤخر في حدوث التفاعل بين كل من الفلز المراد تغطيته والوسط الأكل وحالياً [8].

3- دورة التثليج الانضغاطية العملية :

تختلف دورة التثليج الانضغاطية العملية عن الدورة النظرية بسبب الظروف المفروضة عليها، فعلى سبيل المثال ينبغي أن يكون بخار مائع التبريد الداخل إلى الضاغط محمضاً لضمان عدم دخول قطرات سائلة مع البخار الداخل إلى الضاغط، كذلك يجري تبريد سائل مائع التثليج بعد عملية التكثيف تبريداً إضافياً لضمان دخول مائع التثليج بحالته السائلة إلى صمام التمدد، كما أن جريان مائع التثليج داخل أنابيب المبادلات الحرارية (المبخر والمكثف وأنابيب التوصيل) يؤدي إلى فقدان الضغط للتغلب على الاحتكاك وتغير الزخم ومقاومة الجاذبية الأرضية وغيرها من العوامل التي تحدث داخل الأنابيب، ويمر جريان بخار مائع التثليج داخل الضاغط بمراحل مختلفة كي تتم عملية ضغطه مثل المرور من خلال صمامي الدخول والخروج خلال شوطي السحب والكبس مما يؤدي إلى تغير درجة

$$Q_{cond} = \frac{2\pi LK}{\ln(r_o / r_i)} \Delta T \quad \dots\dots (8)$$

ويظهر تأثير عملية طلاء المبادلات الحرارية واضحا في عملية انتقال الحرارة بالتوصيل كون ان عملية الطلاء تعني اضافة مادة اخرى لها معامل انتقال حرارة بالتوصيل يختلف عن معامل الانتقال لمادة النحاس وبسمك معين اي ان:

$$1/U = R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\frac{1}{U.A} = R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad \dots (9)$$

$$Q_{cond} = U . A_s . \Delta T \quad \dots\dots (10)$$

اي ان عملية الطلاء تعني نقصان في معامل انتقال الحرارة الاجمالي (U) والذي بدوره يؤدي الى نقصان في مقدار الطاقة الحرارية المنتقلة من الوسط الساخن الى الوسط البارد مما يؤدي الى أحداث تغير في كافة معالم اداء منظومة التكييف.

4- الجانب العملي

تم القيام بجميع تفاصيل الجانب العملي الخاص بالبحث في مقر الشركة العامة للصناعات الكهربائية وهي احدى تشكيلات وزارة الصناعة والمعادن ومن الشركات الرائدة في مجال إنتاج جميع أنواع مكيفات الهواء وبسعات مختلفة حيث تم اعتماد مكيف هواء شباكي سعة (2طن تبريد). وقد تم أداء الجانب العملي للبحث على مرحلتين هما:

أولاً:

مرحلة تقييم أداء مكيف الهواء الشباكي قبل اجراء عملية الطلاء الكيميائي عليه حيث تم تقييم اداء المكيف الشباكي في ظروف اداء مختلفة تراوحت بين (21 °C , 24 °C , 27 °C) كدرجة حرارة لهواء الغرفة (T_r). و (42 °C , 46 °C , 50 °C) كدرجة حرارة لهواء المحيط الخارجي.

ثانياً:

تحليل انتقال الحرارة في المبادلات الحرارية نوع الانابيب المزعفة:

نظراً لأهمية المبادلات الحرارية في تحديد معالم اداء منظومة التكييف (موضوع البحث) وما تلعبه عملية طلاء هذه المبادلات بمواد كيميائية من دور في تغيير معالم منظومة التكييف كون ان عملية الطلاء تعني فيزيائياً اضافة مقاومة جديدة في طريق انتقال الحرارة من الوسط او المادة الساخنة الى الوسط او المادة الباردة كان لا بد من تحليل عملية انتقال الحرارة في هذا النوع من المبادلات الحرارية وكان التحليل كالاتي:

أولاً : انتقال الحرارة بالحمل

للحمل أهمية رئيسية في تطبيقات أجهزة تكييف الهواء كونه طريقة من طرائق انتقال الحرارة بين السطوح الصلبة والسوائل والغازات، ويصنف الحمل تبعاً لطريقة حركة المائع أنه حمل طبيعي (حر) (Natural Convection) أو حمل قسري (Forced Convection) فعندما تحصل حركة الخلط بسبب فرق في الكثافة ناتج من وجود اختلاف في درجات الحرارة تسمى العملية حملاً طبيعياً، وعندما تحفز الحركة بفعل عامل خارجي مثل مضخة أو مروحة تسمى العملية حملاً قسرياً. وقد يحدث النوعان معاً في آن واحد وتدعى العملية حينها بالحمل المختلط. وتعتمد فاعلية انتقال الحرارة بالحمل على حركة خلط المائع والمساحة السطحية التي يجري عبرها الانتقال فضلاً عن فرق درجات الحرارة بين السطحين [4] , [9].

ثانياً : انتقال الحرارة بالتوصيل

تم عملية انتقال الحرارة عبر الاجسام الصلبة عن طريق عملية التوصيل بشرط توفر فرق في درجات الحرارة بين سطحي الجسم ويخضع للعلاقة. [5] :

$$Q_{cond} = K \times A_s \times (\Delta T / \Delta X) \quad \dots (7)$$

اما بالنسبة للأنابيب النحاسية فالمعادلة تكون بالشكل الاتي:

تم استخدام جهاز رقمي متعدد القراءات لقياس درجة الحرارة في مواضع مختلفة من منظومة التكييف وكما موضحة في شكل رقم (2) وكان بالموصفات التالية:

Digital thermometer
Type k/J,4Channels,rs232
Model:TM-903A

Range (-50 °C TO 1300 °C)
اما بالنسبة للمزدوجات الحرارية فكانت بالموصفات التالية:

Thermocouple probe (type k)
Model: Tp-01

Measure Range (-40 °C To 250 °C)

وقد تم تثبيت الجزء الحساس للمزدوج الحراري (probe) في الأماكن المخصصة لقياس درجة الحرارة وبأحكام وذلك بعمل تقعر بسيط في مكان التثبيت (أنبوب النحاس) ويتم عزل منطقة التثبيت حرارياً وذلك لضمان عدم تأثر القراءة بدرجة حرارة المحيط الخارجي.

2- مقياس الضغط :

تم استخدام مقياس ضغط لتحديد قيمة الضغوط في نقاط مختلفة من المنظومة وبالموصفات التالية:

Type (Bourdan Gauge)
Model:Robinair/USA

Range: Low Pressure Gauge :
(-2 bar To 17 bar)

وقد تمت معايرة مقياس الضغط عن طريق استخدام جهاز مختبري يدعى مقياس الضغط الميت (Dead weight testes).

رابعاً: سياقات إجراء الاختبارات:

في البداية تم تحديد عينة البحث بمكيف هواء شبكي سعة 2 طن تبريد فقط بضغوط ترددي من إنتاج الشركة العامة للصناعات الكهربائية. بعد ذلك تم تهيئة بيئة وظروف الاختبار المطلوب توافرها من خلال الاستعانة بمختبر المكيفات في قسم السيطرة النوعية في الشركة أعلاه. حيث تم تحديد الظروف الواجب توافرها في المختبر ب(21, 27, 24 درجة مئوية) كدرجة حرارة للمحيط الداخلي (الغرفة) أما درجة حرارة المحيط الخارجي فكانت (42, 46, 50

مرحلة تقييم أداء مكيف الهواء الشبكي بعد اجراء عملية الطلاء الكيميائي عليه. وقد تم اجراء عملية الطلاء الكيميائي في الشركة العامة للصناعات الكهربائية حيث تم طلاء المبادلات الحرارية وانايبب التوصيل في منظومة التثليج بمادة كيميائية مقاومة لظروف التآكل التي تسببها الغازات الهيدروكربونية وغازات كبريتيد الهيدروجين العالية التركيز في المنشآت الصناعية البتروكيماوية والنفطية. ويرمز لهذه المادة الكيميائية المقصورة الاستخدام في منتجات الشركة العامة للصناعات الكهربائية من المكيفات المعالجة كيميائياً بالرمز (SCEIP-طلاء الشركة العامة للصناعات الكهربائية) وقد تمت عملية طلاء اجزاء منظومة التثليج في المكيف بشكل مرحلي متباعد زمنياً اي يتم أولاً الطلاء بطبقة اساس خاصة بسبائك الالمنيوم والنحاس وهذه الطبقة مسؤولة عن منع ويقاف تأثير الغازات الهيدروكربونية وغازات كبريتيد الهيدروجين على الاجزاء المصنعة من مادة النحاس والالمنيوم في منظومة التثليج النحاسية بعد ذلك وبفترة تصل الى ست ساعات تأتي المرحلة الثانية وهي مرحلة اضافة طبقة عازلة نهائية لتقوية طبقة الطلاء الاولى وزيادة كفاءة الحماية. علماً بان سمك طبقة الطلاء تتراوح ما بين (70 الى 100 مايكرون). أما ما يخص الجانب الكيميائي ومدى نجاح عملية الطلاء هذه في مقاومة تأثير المطلقات الغازية الضاره. فقد تم تشغيل مكيف الهواء المطلي في المختبر الكيميائي للشركة العامة للصناعات الكهربائية من خلال توفير مناخ يكون ملوث بغازات كبريتية وبتريز عالي جدا يصل الى عشرة أضعاف التركيز في البيئة الصناعية الواقعية وقد اظهر الاختبار مقاومة هذا النوع من الطلاء لتأثير هذا النوع من الغازات ولفترات طويلة. وان نتائج تقييم اداء مكيف الهواء الشبكي في المرحلتين اي قبل وبعد عملية الطلاء وفي حالة الاستقرار للمنظومة مبينة في الجدول رقم (1) والأشكال (3 الى 26).

ثالثاً: أجهزة القياس المستخدمة:
1- جهاز قياس درجة الحرارة:

6-تحليل النتائج:

تناولت النتائج المستخرجة في هذا البحث بيان تأثير عملية الطلاء الكيميائي للمبادلات الحرارية وأنابيب التوصيل المصنعة من مادة النحاس والألمنيوم في منظومة تبريد مكيف هواء شبكي على أداء هذا المكيف فضلاً عن ان البحث بين ضمناً تأثير كل من درجة حرارة المحيط الداخلي (درجة حرارة الغرفة) ودرجة حرارة المحيط الخارجي في أداء المكيف سواء كان مطلي ام غير مطلي. وقد اظهر تحليل تلك النتائج ان طلاء المبادلات الحرارية وأنابيب التوصيل في منظومة التثليج بمادة كيميائية مقاومة لتأثير التآكل الذي تسببه الغازات الهيدروكربونية وغازات كبريتيد الهيدروجين المتوافرة في البيئات الصناعية البتروكيميائية يسبب نقصان في كل من سعة التثليج وشغل الضاغط والحرارة المطروحة ونقصان معامل الأداء لمنظومة التكييف ايضاً. ويعود ذلك الى ان عملية الطلاء الكيميائي قد سببت نوع من الاعاقة الاضافية أي مقاومة اضافية لعملية انتقال الحرارة من والى الاسطح المطلوبة في منظومة التثليج وهذا بدوره سبب نقصاناً في كمية الحرارة التي يكتسبها مائع التثليج في المبخر من هواء الغرفة المكيفة (سعة التبريد) ونقصان في كمية الحرارة المطروحة من مائع التثليج في المكثف الى الهواء في المحيط الخارجي كما ان عملية الطلاء قد سببت نقصان في قيمة شغل الضاغط كون ان عملية الطلاء قد سببت زيادة في ضغط المبخر والمكثف في وقت واحد وان هذا النقصان في قيمة الشغل تظهر ان الارتفاع في قيمة ضغط المبخر كان اكبر من ارتفاع ضغط المكثف وبالتالي فان هذه الحالة قد سببت نقصان في شغل الضاغط الا ان هذا النقصان في شغل الضاغط كان بمقدار اقل اذا ما قورن مع مقدار النقصان الحاصل في سعة التثليج وهذا بدوره قد سبب انخفاضاً في معامل أداء منظومة التبريد لمكيف الهواء الشبكي . وقد ظهر هذا التأثير واضح في جول النتائج الذي يبين تأثير عملية الطلاء الكيميائي للأسطح التي تتأثر بالمواد الكبريتيدية المتوافرة في البيئات الصناعية

درجة مئوية) كونها تمثل مدى درجات الحرارة في العراق بعدها تم إجراء الاختبارات على مكيف الهواء الشبكي عينة البحث قبل إجراء عملية الطلاء الكيميائي عليه حيث تم تحديد الضغوط ودرجات الحرارة لمعظم أجزاء منظومة التكييف وكما موضحة في جدول رقم (2) وتم ادخال هذه البيانات في برنامج حاسوبي متكامل تم صياغته بالاعتماد على المعادلات الرياضية حيث تم صياغة هذا البرنامج بلغة (Q-BASIC) لحساب جميع متغيرات أداء منظومة التكييف من سعة التثليج وشغل للضاغط وحرارة مطروحة ومعامل أداء وظروف العمل المختلفة وبدون استخدام أي برنامج جاهز بعد ذلك تم طلاء جميع أجزاء منظومة جهاز التكييف بمادة كيميائية تمنع تآكل النحاس والألمنيوم في حال تواجدها في بيئة صناعية بتروكيميائية وتمت عملية الطلاء بأشراف كادر متخصص في الشركة العامة للصناعات الكهربائية بعد أتمام عملية الطلاء تم إعادة اختبار أداء مكيف الهواء المطلي وظروف العمل التي تم تحديدها سابقاً وصولاً الى تحديد معالم أداء مكيف الهواء المطلي من خلال حساب سعة التثليج وشغل الضاغط وكمية الحرارة المطروحة ومعامل الاداء ومقارنة النتائج الجديدة مع نتائج أداء مكيف الهواء غير المطلي.

5- النتائج

تم صياغة النتائج التي تم التوصل اليها من خلال تقييم أداء مكيف الهواء الشبكي (عينة البحث) وظروف اختبار مختلفة قبل إجراء عملية الطلاء الكيميائي عليه وبعد إجراء عملية الطلاء كيميائي عليه وظروف اشتغال مختلفة من خلال اخذ مدى لدرجات الحرارة الخاصة بدرجة حرارة الغرفة ودرجة حرارة المحيط الخارجي بشكل جدول رقم (1) وبشكل رسوم بيانية مرقمة (3 الى 26) والتي توضح تأثير الطلاء الكيميائي لمعظم أجزاء منظومة التكييف والمؤلفة من مادة النحاس والألمنيوم على كل من شغل الضاغط والحرارة المطروحة وسعة التثليج ومعامل الأداء .

● يمكن توظيف النتائج التي تم التوصل إليها في اختيار منظومات التكييف الملائمة للعمل في بيئة صناعية بتروكيميائية.

المصادر

[1] R.S.Khurmi, J.K.Gupta, "A Textbook of Refrigeration and Air Conditioning", Fourth Edition, Eurasia Publishing House (P) LTD., 2009.

[2] P.S.Desai, "Modern Refrigeration and Air Conditioning for Engineers", Third Edition, Delhi:Khanna pub. , 2004.

[3] الطائي, سلام هادي, " محاكاة منظومة تثلج انضغاطية بأستخدام موانع التثلج الامينة على طبقة الأوزون", رسالة ماجستير, قسم هندسة المكنات والمعدات, الجامعة التكنولوجية, 2000 .

[4] R.S.Khurmi, "A Text book of Thermal Engineering ", Delhi:S.Chand and Company, 2004.

[5] J.P.Holman, "Heat Transfer", Ninth Edition, Tata McGraw-Hill publishing Company Limited, 2008.

[6] الخزرجي, قحطان خلف, "المعادن اللاحديدية وسباتكها", عمان/ دار دجلة, 2009.

[7] حسن, إزهار عناد, " دراسة بعض الخصائص التركيبية والبصرية والكهربائية لأغشية كبريتيد النحاس " , رسالة ماجستير, قسم هندسة الإنتاج والمعادن, الجامعة التكنولوجية, 2001.

[8] الدبوني, عماد عبد القادر, " مقدمة في البتروكيميائيات ", جامعة الموصل , 1991.

[9] Singh, Onkar, "Engineering Thermodynamic ", first edition, prentice-Hall international editions, 2006.

البتروكيميائية على كل من سعة التثلج والحرارة المطروحة وشغل الضاغط ومعامل الأداء. وقد تم مقارنة نتائج أداء مكيف الهواء الذي تم طلائة بمادة كيميائية مقاومة للتآكل (عينة البحث) مع نتائج أداء مكيفات هواء اخرى غير مطلية وتعمل في ظروف عمل مقارنة لظروف عمل المكيف (عينة البحث) وهذه النتائج موثقة رسمياً في قسم السيطرة النوعية في الشركة العامة للصناعات الكهربائية. ولم تكن هناك فروقات كبيرة بين أداء مكيف الهواء المطلي (عينة البحث) وأداء مكيفات الهواء الاخرى غير المطلية.

7-الاستنتاجات

من خلال ملاحظة النتائج التي تم التوصل إليها في البحث والموضحة في الجول رقم (1) يظهر بأن طلاء منظومة التبريد في مكيف الهواء الشبكي بمادة كيميائية مقاومة للتآثرات التآكلية للغازات الهيدروكربونية وغازات كبريتيد الهيدروجين العالية التركيز في المناطق الصناعية يصل بنا الى الاستنتاجات التالية:

● نقصان في قيمة الحرارة المطروحة (Heat reject) من مكثف منظومة التبريد في مكيف الهواء الشبكي وينسب تتراوح ما بين (2.275% الى 4.649%).

● نقصان في قيمة شغل ضاغط (Compressor work) وينسب تتراوح ما بين (0.512% الى 1.860%).

● نقصان في قيمة سعة التثلج (Refrigeration capacity) لمنظومة تبريد مكيف الهواء الشبكي وينسب تتراوح ما بين (2.747% الى 4.868%).

● نقصان في قيمة معامل أداء مكيف الهواء الشبكي (COP) وينسب تتراوح ما بين (1.697% الى 4.292%). ان نقصان قيمة معامل أداء مكيف الهواء الشبكي بمقدار (4.292%) كحد اقصى بعد عملية الطلاء الكيميائي يعتبر مقدار مقبول ومسموح به اذا ما قورن بمشاكل تأكل معظم اجزاء منظومة التبريد في مكيف الهواء الشبكي غير المطلي.

refrigeration institute,Hall.jnc.simon
and Schuster aviacom company
,1998.

[10] أبو الروس, إبراهيم يعقوب ,
”النواحي الفنية والعملية في نظم التكييف
والتبريد “ , الطبعة الأولى , عمان /مكتبة
المجتمع العربي,2005.

[11]السعيد, محمد حسان , ” دراسة
تأثير المساحة السطحية الخارجية للمبخر
في اداء مكيفات الهواء الصغيرة
لظروف اشتغال مختلفة“ , رسالة
ماجستير,قسم التعليم التكنولوجي,الجامعة
التكنولوجية,2000.

[12]Modern,“Refrigeration and
Air Conditioning”,Third Edition,air
conditioning and

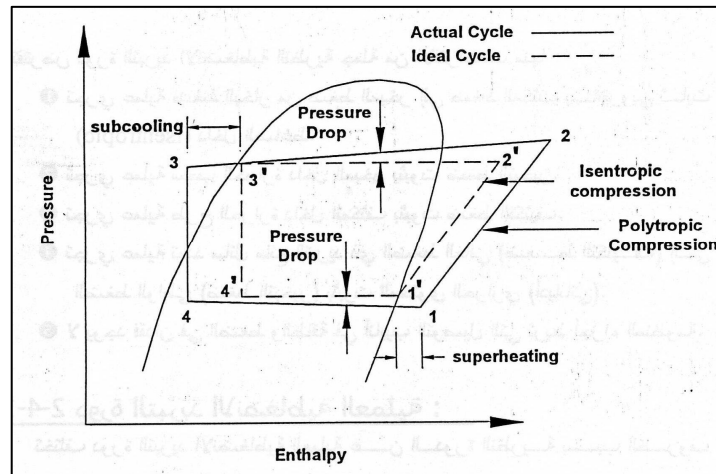
جدول رقم (1) النتائج العملية الخاصة بعينة البحث وظروف عمل مختلفة

No	Room Temperature $T_{room}(k)$	Ambient Temperature $T_{amb}(k)$	COP	Heat Rejected $Q_c(kw)$	Refrigeration Capacity $Q_e(kw)$	Compressor work $W(kw)$
Non Coated						
1	294	315	4.150392	7.743638	6.240133	1.503504
2		319	4.002812	7.592893	6.075168	1.517725
3		323	3.865131	7.491249	5.951465	1.539784
4	297	315	4.245863	8.090574	6.548297	1.542277
5		319	4.074573	7.902575	6.345286	1.557289
6		323	3.941329	7.788900	6.212624	1.576276
7	300	315	4.284214	8.289632	6.720878	1.568754
8		319	4.165680	8.177368	6.594349	1.583019
9		323	4.026505	8.049582	6.448155	1.601427
Coated						
10	294	315	4.048179	7.567420	6.068380	1.499040
11		319	3.923174	7.414247	5.908257	1.505989
12		323	3.799526	7.252691	5.741564	1.511126
13	297	315	4.078480	7.792308	6.257930	1.534378
14		319	3.967085	7.655578	6.114316	1.541262
15		323	3.812118	7.491317	5.934556	1.556761
16	300	315	4.104789	7.951282	6.393669	1.557612
17		319	3.991317	7.855459	6.281634	1.573825
18		323	3.853662	7.675317	6.093972	1.581346

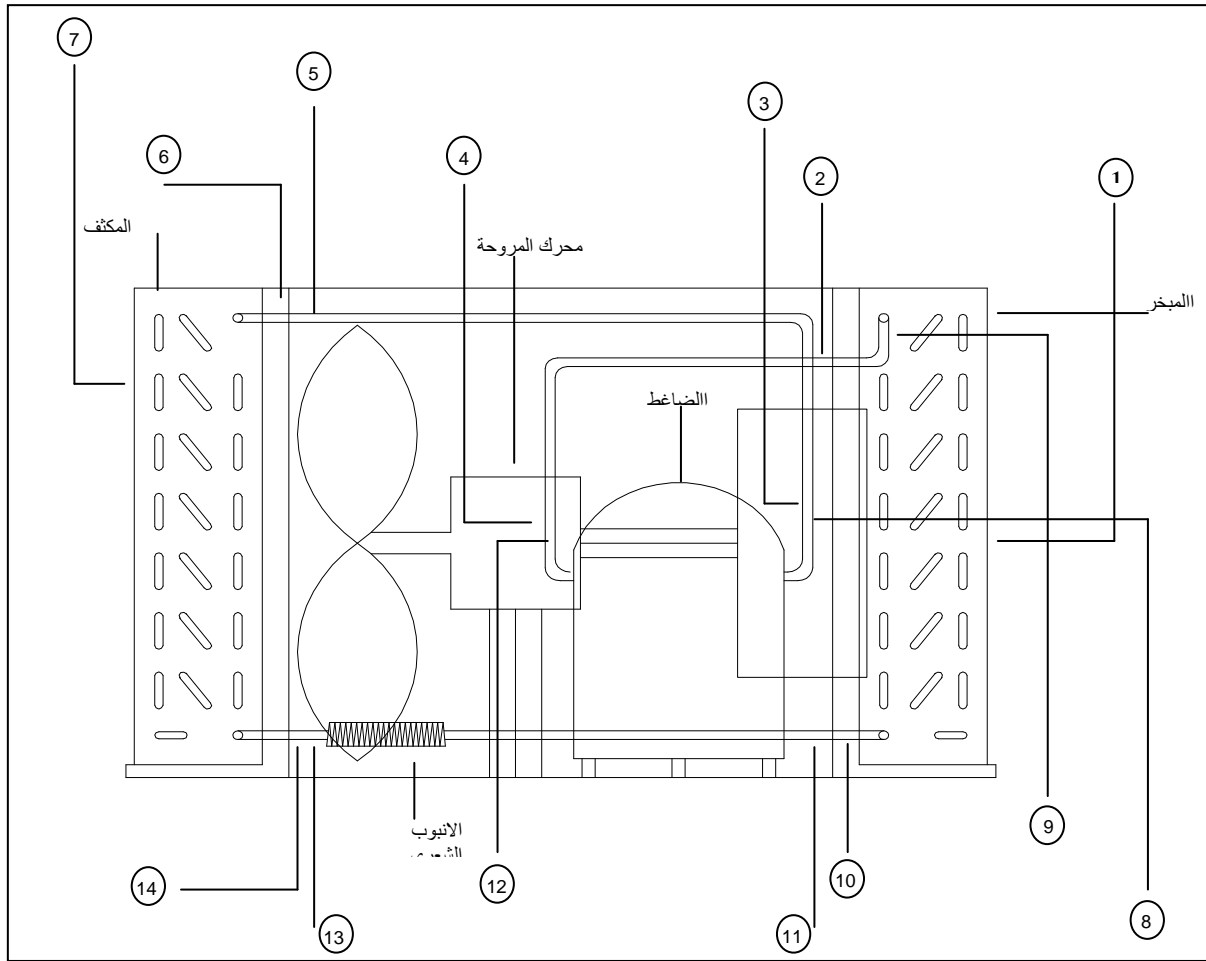
No	P _{comp.in}	T _{comp.in}	P _{cond.in}	T _{cond.in}	P _{capill.in}	T _{capill.in}	T _{amb}	T _{room}
	bar	k	bar	k	bar	k	°C	°C
Non Coated								
1	5.110	282.336	21.823	355.602	21.795	326.400	42	21
2	5.180	282.720	22.312	357.448	22.284	328.236	46	21
3	5.190	282.827	22.703	359.366	22.335	329.460	50	21
4	5.282	282.944	22.117	355.143	22.089	328.644	42	24
5	5.350	283.152	22.508	356.908	22.480	329.868	46	24
6	5.437	283.662	22.947	358.683	22.919	331.296	50	24
7	5.327	283.152	22.315	355.062	22.287	330.174	42	27
8	5.420	283.560	22.850	356.581	22.822	331.806	46	27
9	5.534	283.968	23.411	358.275	23.385	333.336	50	27
Coated								
1	5.479	282.438	22.704	356.265	22.675	330.276	42	21
2	5.550	282.950	22.996	357.907	22.968	331.296	46	21
3	5.693	283.450	23.676	359.652	23.650	333.928	50	21
4	5.546	282.744	23.045	356.367	23.017	331.500	42	24
5	5.606	283.254	23.411	357.938	23.385	332.724	46	24
6	5.707	283.400	23.941	359.621	23.915	334.152	50	24
7	5.556	283.352	23.145	356.765	23.119	333.540	42	27
8	5.658	283.560	23.676	358.071	23.650	333.948	46	27

جدول رقم (2) الضغوط ودرجات الحرارة لمعظم نقاط المنظومة

الرمز	المعنى	الوحدة
\dot{m}_R	معدل التدفق الكتلي لمائع التثليج	kg/sec
V^{\bullet}_R	معدل التدفق الحجمي لمائع التثليج	m ³ /sec
ρ_R	كثافة مائع التثليج	kg/m ³
W_{comp}	قدرة الضاغط	kW
h_1	المحتوى الحراري النوعي لبخار مائع التثليج الداخل للضاغط	kJ/kg
h_2	المحتوى الحراري النوعي لبخار مائع التثليج الخارج من للضاغط	kJ/kg
h_3	المحتوى الحراري النوعي لبخار مائع التثليج الخارج من المكثف	kJ/kg
h_4	المحتوى الحراري النوعي لبخار مائع التثليج الداخل للمبخر	kJ/kg
Q_C	معدل الحرارة المطروحة من المكثف	kW
Q_e	معدل سعة التثليج	kW
H	معامل انتقال الحرارة بالحمل	W/m ² .°C
A_s	المساحة السطحية الخارجية للمبخر	m ²
T_f	درجة حرارة هواء الغرفة	°C
T_w	متوسط درجة حرارة سطح المبخر	°C
K	معامل انتقال الحرارة بالتوصيل	W/m.°C
ΔT	فرق درجة حرارة على طرفي السطح	°C
ΔX	سمك الجسم الذي تنتقل خلاله الحرارة بشكل عمودي	m
r_0/r_1	نسبة أنصاف أقطار الأنابيب	-
L	طول الأنابيب	m
R_1	المقاومة الحرارية لانتقال الحرارة بالحمل بين الهواء و سطح الأنابيب المطلي	°C.m ² / W
R_2	المقاومة الحرارية لانتقال الحرارة بالتوصيل على طرفي مادة الطلاء	°C.m ² / W
R_3	المقاومة الحرارية لانتقال الحرارة بالتوصيل على طرفي سطح الأنابيب	°C.m ² / W
R_T	المقاومة الحرارية الكلية لانتقال الحرارة	°C.m ² / W
U	معامل انتقال الحرارة الاجمالي	W/m ² .°C



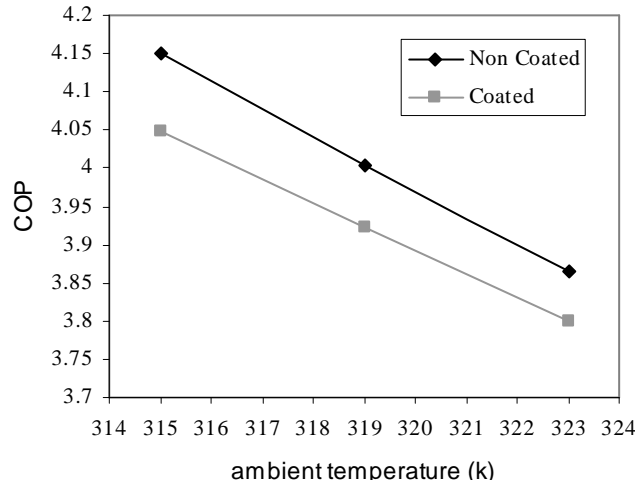
شكل (1) : الاختلاف بين دورة التثليج الانضغاطية النموذجية والفعلية



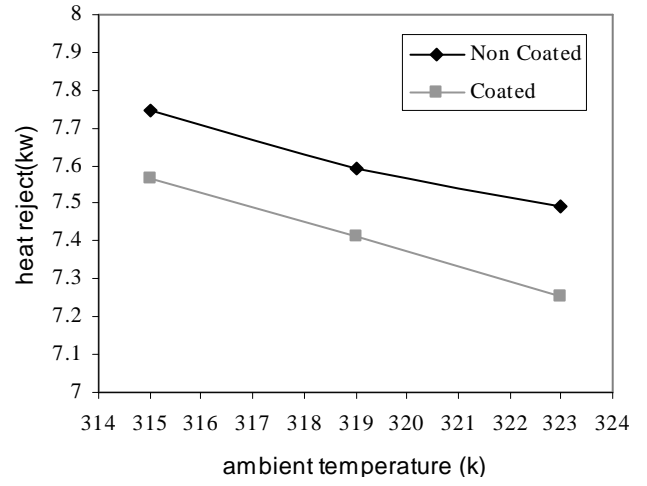
شكل (2) يوضح أجزاء منظومة التكييف المستخدمة وأماكن تثبيت متحسسات أجهزة القياس

رقم المتحسس أو المقياس	عمل المتحسس أو المقياس	رقم المتحسس أو المقياس	عمل المتحسس أو المقياس	رقم المتحسس أو المقياس	عمل المتحسس أو المقياس
1	متحسس درجة حرارة هواء الغرفة	6	مقياس ضغط المائع الداخل للمكثف	11	مقياس ضغط المائع الداخل للمبخر
2	مقياس ضغط المائع الخارج من المبخر	7	متحسس درجة حرارة الهواء الخارج	12	مقياس ضغط المائع الداخل للضاغط
3	مقياس ضغط المائع الخارج من الضماغط	8	متحسس درجة حرارة المائع الخارج من الضماغط	13	متحسس درجة حرارة المائع الخارج من المكثف
4	متحسس درجة حرارة المائع الداخل للضاغط	9	متحسس درجة حرارة المائع الخارج من المبخر	14	مقياس ضغط المائع الخارج من المكثف
5	متحسس درجة حرارة المائع الداخل للمكثف	10	متحسس درجة حرارة المائع الداخل للمبخر		

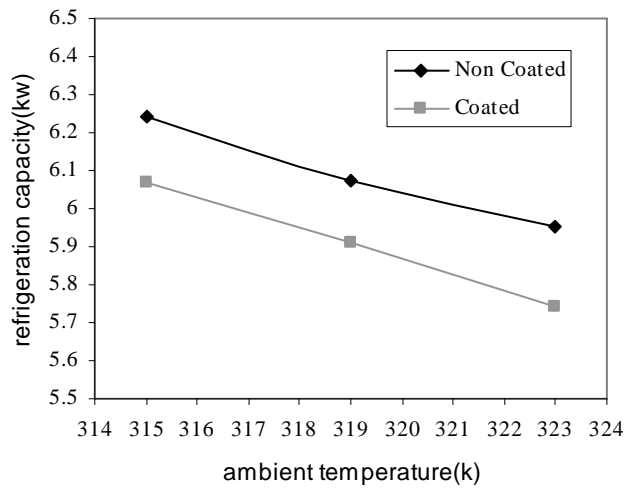
أدناه النتائج العملية لتقييم أداء مكيف الهواء الشبكي (عينة البحث) بطلاء كيميائي وبدون طلاء كيميائي
ولظروف اختبار مختلفة.



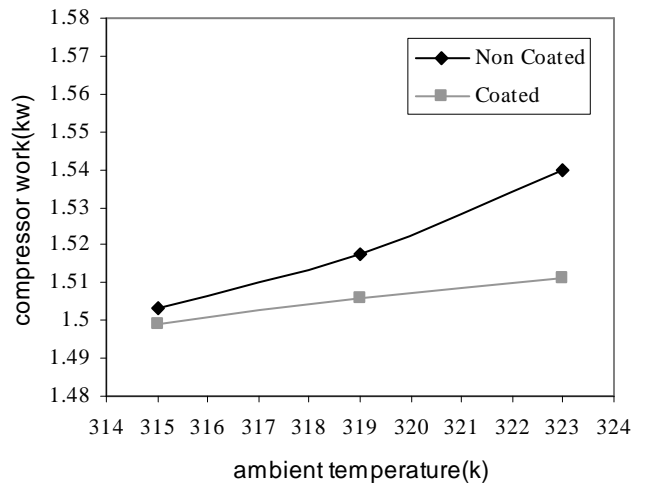
شكل رقم (4) نتائج تقييم أداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (21°C)



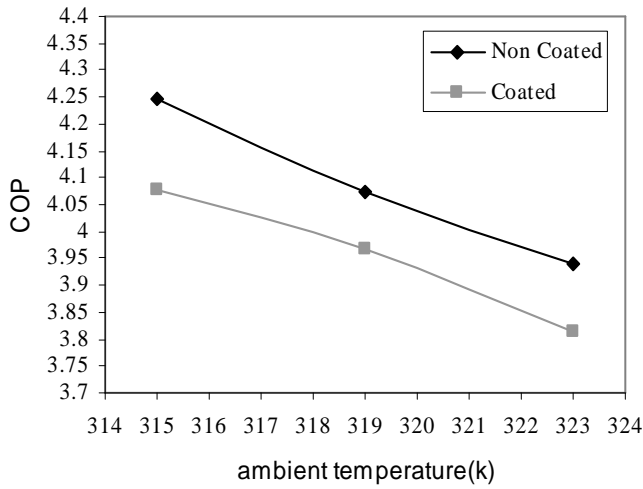
شكل رقم (3) نتائج تقييم أداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (21°C)



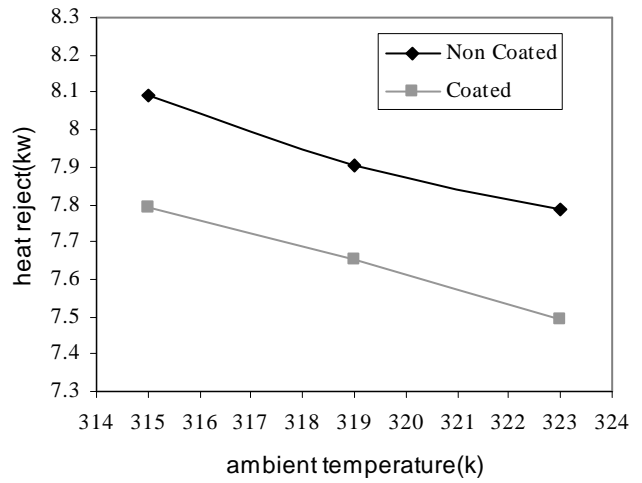
شكل رقم (6) نتائج تقييم أداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (21°C)



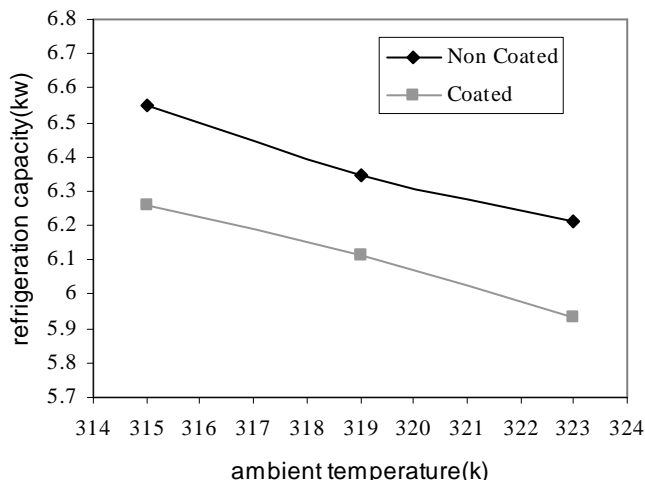
شكل رقم (5) نتائج تقييم أداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (21°C)



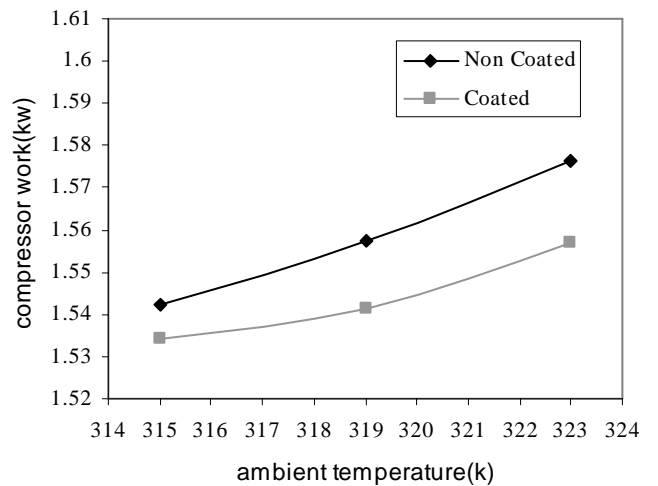
شكل رقم (8) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة الغرفة (24°C)



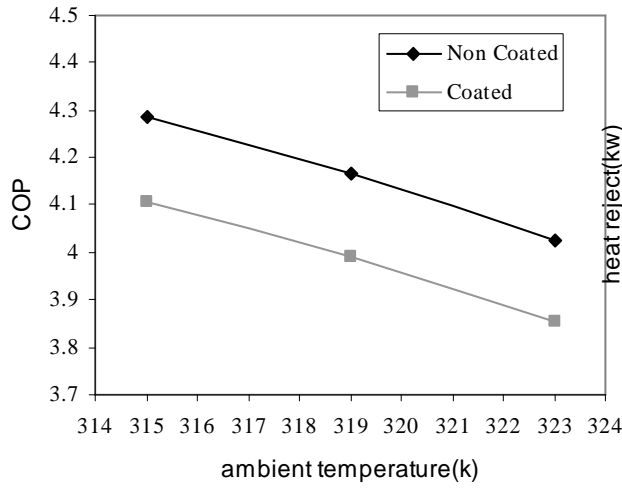
شكل رقم (7) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة الغرفة (24°C)



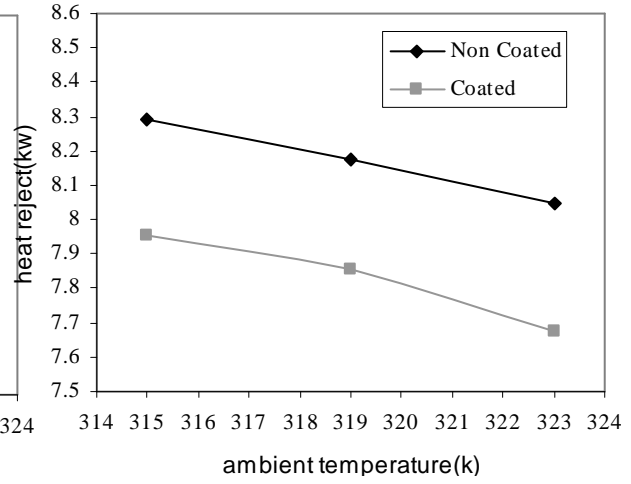
شكل رقم (10) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة الغرفة (24°C)



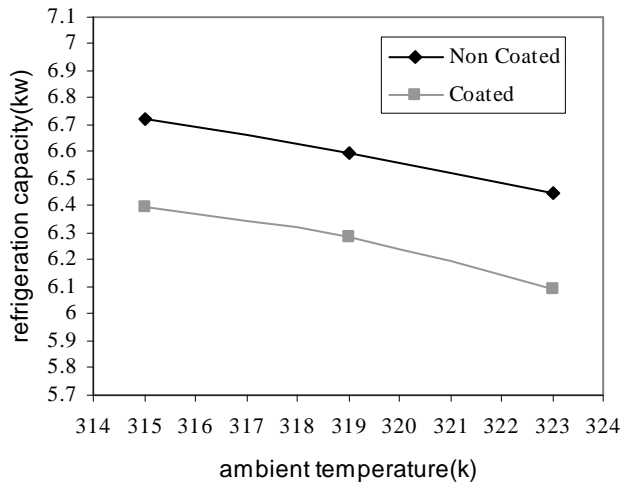
شكل رقم (9) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة الغرفة (24°C)



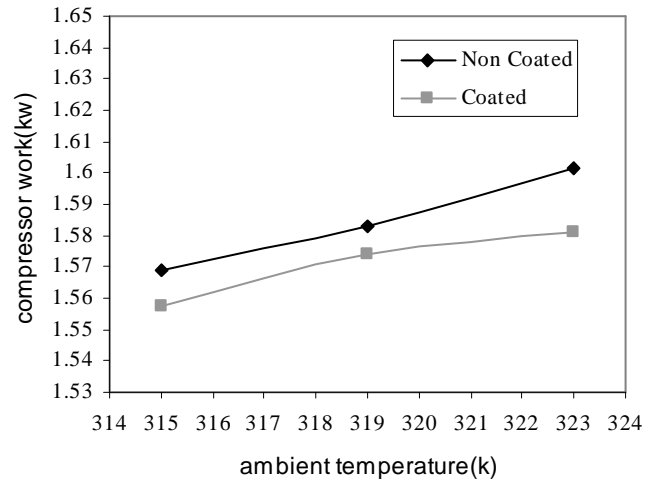
شكل رقم (12) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (27°C)



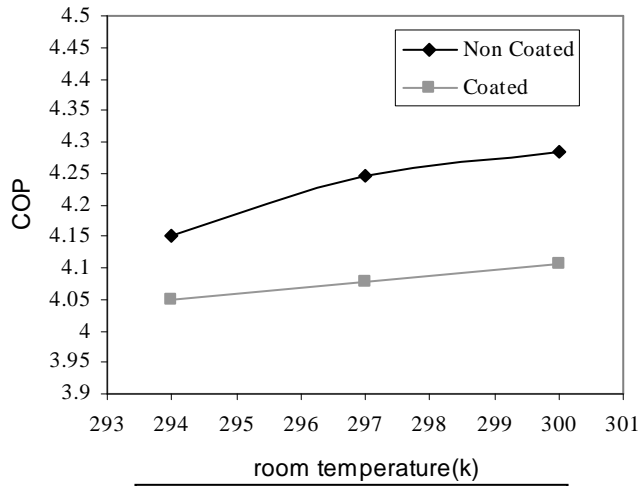
شكل رقم (11) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (27°C)



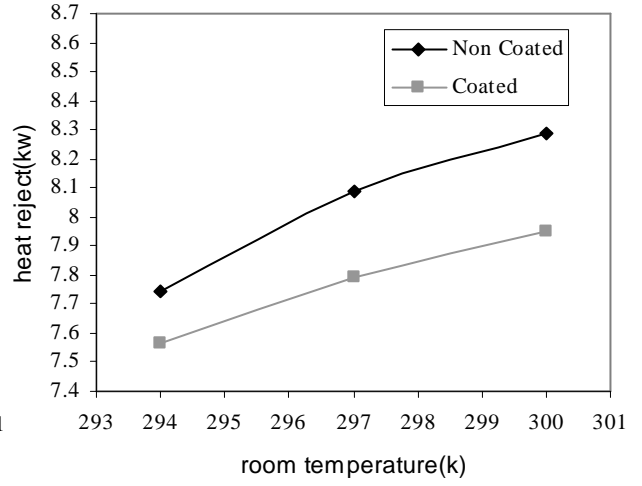
شكل رقم (14) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (27°C)



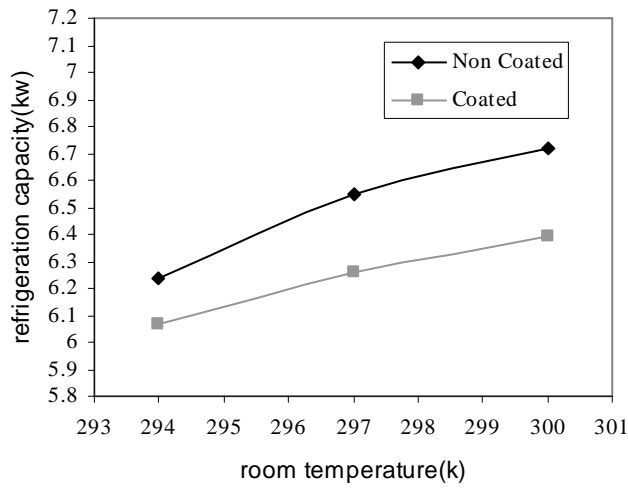
شكل رقم (13) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة الغرفة (27°C)



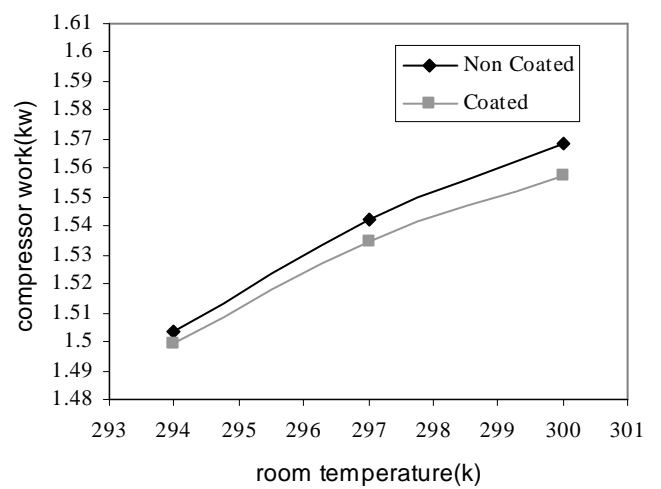
شكل رقم (16) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة محيط خارجي (42°C)



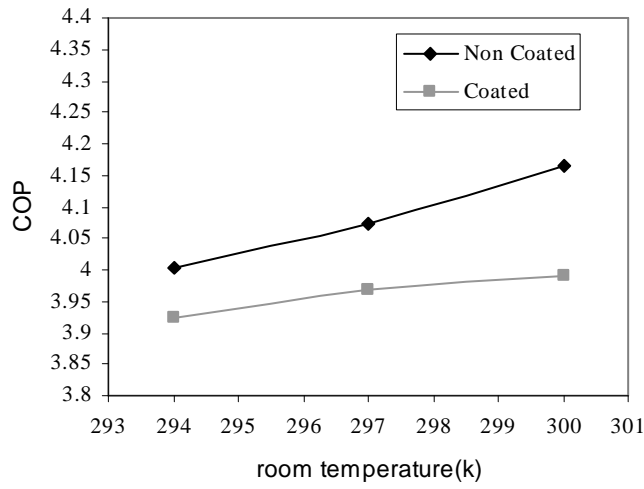
شكل رقم (15) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة محيط خارجي (42°C)



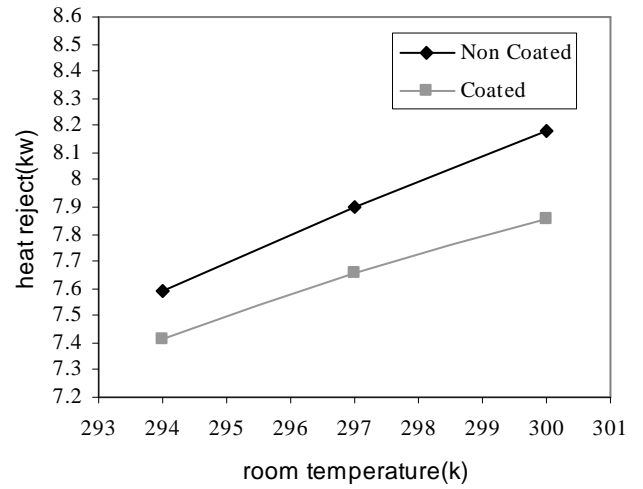
شكل رقم (18) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة محيط خارجي (42°C)



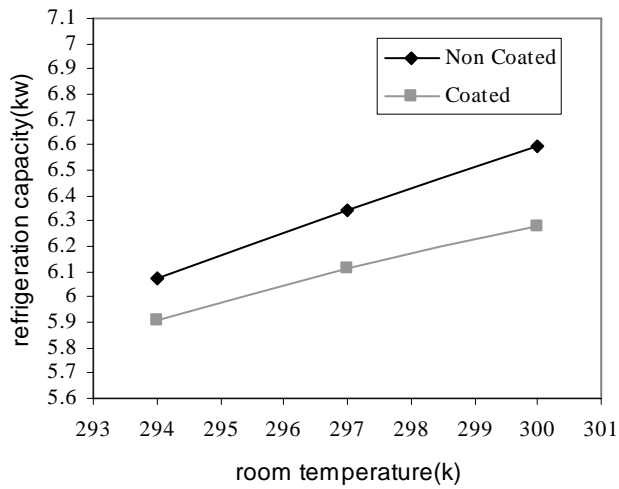
شكل رقم (17) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء
عند درجة حرارة محيط خارجي (42°C)



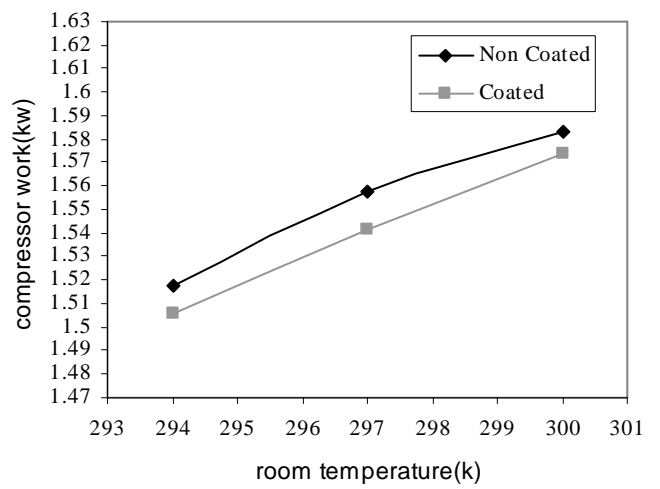
شكل رقم(20) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (46°C)



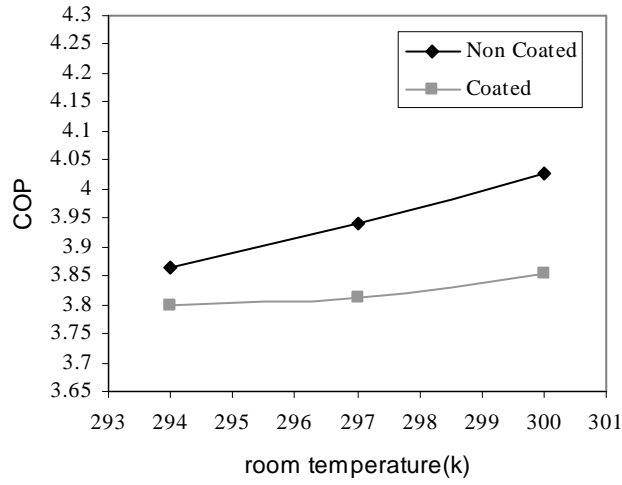
شكل رقم(19) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (46°C)



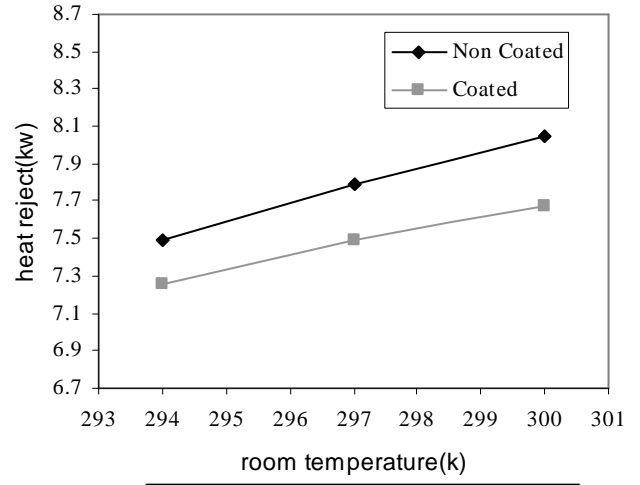
شكل رقم(22) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (46°C)



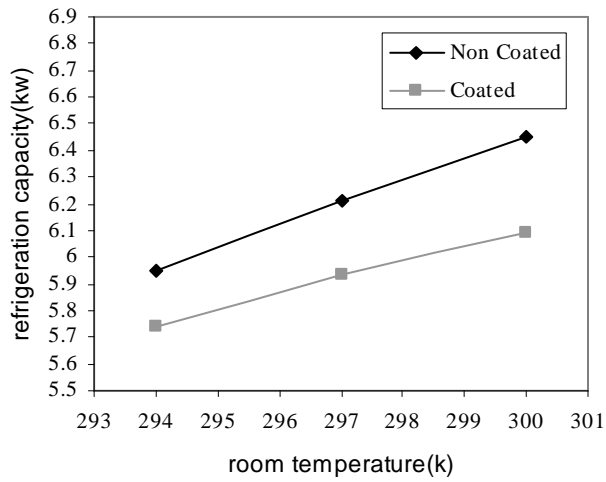
شكل رقم(21) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (46°C)



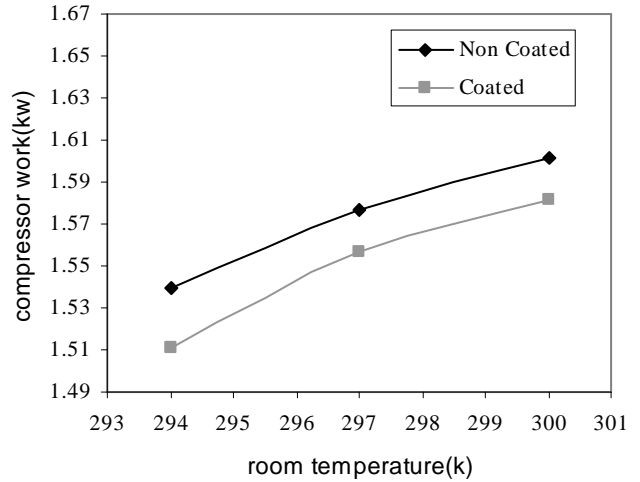
شكل رقم (24) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (50°C)



شكل رقم (23) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (50°C)



شكل رقم (26) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (50°C)



شكل رقم (25) نتائج تقييم اداء مكيف الهواء عند درجة حرارة محيط خارجي (50°C)