مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

طرائق جديدة في عمل أنظمة التبريد والتدفئة باستخدام أنابيب بلاستيكية شعرية

سمر محمود*

(تاريخ الإيداع 24 / 6 / 2010. قُبِل للنشر في 23/ 1 / 2011)

□ ملخّص □

إن التقنيات المطبقة في العمل مستقبلا سيكون لها دور هام في تأمين حماية بيئية كافية و طويلة الأمد عن طريق ترشيد استهلاك الطاقة و الاتجاه إلى استخدام الطاقة البيئية الطبيعية على نطاق أوسع. فالطاقة البديلة يجب أن تكون رخيصة فيما يتعلق بالتكاليف و يجب ألا تسبب أي تلوث إضافي للبيئة في أثناء التصنيع و التشغيل والتخلص من الفضلات.

وقد تم تطوير تكنولوجيا الأنابيب الشعرية باستخدام مادة البولي بروبيلين [1]، و هي مادة بلاستيكية يمكن استخدامها في عمليات التدفئة بالماء الساخن (من الطاقة الشمسية أو من المراجل) و التبريد بالماء البارد (من مياه الآبار أو البحار أو من مبردات الماء) الذي يمرر عبر شبكة من الأنابيب الشعرية المصنوعة من مادة البولي بروبيلين المرن و التي يتم تركيبها ضمن سقف الغرفة و تحت البلاط أو على الجدران إذ تغطي الأسطح بالكامل. وهذا يلطف حرارة السقف و الأرضية و الجدران. بسبب مساحة سطح الأنابيب الشعرية الكبير فإنها تكون أكثر فعالية للتوزيع الحراري المتجانس .

ونتيجة لتطبيق الدراسة وأختبار النظام الجديد في التدفئة و التبريد تم الحصول على نتائج جيدة و فوائد كثيرة من حيث التشغيل و الامان و الكلفة :

تشغيل أفضل _ تجميع أسهل _ سلامة تشغيلية أعلى _ تكلفة أقل _مستويات تلوث أقل .

الكلمات المفتاحية: الأنابيب البلاستيكية الشعرية_ البولي بروبيلين _ التدفئة _ التبريد_ التهوية _ نقطة الندى _البيئة_ التحكم _الطاقة الشمسية

* مشرفة أعمال – قسم هندسة القوى الميكانيكية–كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية –جامعة تشرين– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (1) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (1) 2011

New Methods in the Work of Heating and Cooling Systems Using Plastic Pipes Lattice

Samar Mahmod*

(Received 24 / 6 / 2010. Accepted 23 / 1 / 2011)

□ ABSTRACT □

The applied techniques of future work will have an important role in ensuring adequate, long-term environmental protection through energy efficiency and the tendency for a wider use of natural environment. Energy is the alternative and must be cheap with respect to costs and should not cause any additional pollution of the environment during manufacturing, operation, and disposal of waste.

The technology of capillary tube has been developed using a polypropylene[1], which is a plastic material that can be used in heating with hot water (solar or boiler) and cooling with cold water (water obtained from wells, the sea, or water coolers) which passes through the network of the capillary tube made of flexible polypropylene, installed within the ceiling of the room and under the tiles or on the walls to cover the surfaces completely. This cools the temperature of the ceiling, the floor, and walls. Because the surface area of capillary tube is big, there is a more effective distribution of homogenized heat.

As a result of the application of the study and test, the new system for heating and cooling is to get good results and many benefits in terms of operation, safety and cost: easier compilation, easier running, higher operational safety, lower cost, lower pollution levels.

Key words: Plastic capillary tubes - Polypropylene - heating - ventilation - cooling - dew point control - environment - Solar Energy

***Work Supervisor in the Department of Mechanical Power Engineering - Faculty of Mechanical and Electrical Engineering - University of November - Syrian Arab Republic**

مقدمة:

إن أحد أهم الموضوعات المطروحة على الساحة حاليا هي ظاهرة الاحتباس الحراري والتصحر والاستهلاك الجائر للطاقة من قبل الإنسان، و بالتالي تم التفكير بكيفية تأمين حماية بيئية كافية و طويلة الأمد عن طريق ترشيد استهلاك الطاقة و الاتجاه إلى استخدام الطاقة البيئية الطبيعية على نطاق أوسع.

إن التقنيات المطبقة في العمل مستقبلا سيكون لها دور هام في جهودنا نحو هذا الهدف. فالطاقة البديلة يجب أن تكون رخيصة فيما يتعلق بالتكاليف ويجب ألا تسبب أي تلوث إضافي للبيئة أثناء التصنيع والتشغيل والتخلص من الفضلات.

وقد تم تطوير تكنولوجيا الأنابيب الشعرية باستخدام مادة البولي بروبيلين، و هي مادة بلاستيكية يمكن استخدامها في عمليات التدفئة (بالطاقة الشمسية) و التبريد(بمياه الآبار أو البحار).

إن إحدى نتائج الأبحاث الحديثة هي تطوير طرائق بديلة لاستهلاك الطاقة التقليدية في مجال التدفئة والتكييف في الأبنية الحديثة التي ازداد الطلب على استخدام أجهزة التهوية و التدفئة و التكييف التي تؤمن حالة مثالية من الراحة و أقل استهلاك ممكن للمكان و الطاقة في الوقت نفسه.

اعتمدت تقنية الأنابيب الشعرية كطريقة جديدة تماماً بهذا الخصوص. إذ يستخدم الماء البارد (من مياه الآبار أو البحار أو من مبردات الماء) أو الماء الساخن (من الطاقة الشمسية أو من المراجل) الذي يمرر عبر شبكة من الأنابيب الشعرية المصنوعة من مادة البولي بروبيلين المرن و التي يتم تركيبها ضمن سقف الغرفة و تحت البلاط أو على الجدران إذ تغطي الأسطح بالكامل. و هذا يلطف حرارة السقف و الأرضية و الجدران. و بهذه الطريقة، فإن نقل الطاقة بين الأشخاص و الأسطح المفعلة يحصل بشكل أساسي عن طريق الإشعاع و الحمل بسبب مساحة سطح الأنابيب الشعرية الكبير فإنها تكون أكثر فعالية للتوزيع الحراري المتجانس من الأنظمة التقليدية .

أهمية البحث وأهدافه:

يتم تركيب شبكة الأنابيب الشعرية تحت سطح واحد أو سطوح عدة ضمن الغرفة. و هذه السطوح يمكن أن تكون السقف، الأرضية، أو الجدران و ذلك من أجل تبريد أو تدفئة الغرف إذ يتم تمرير ماء بارد أو ساخن عبر هذه الأنابيب الشعرية ذات القطر 3.4 mm أو 4.3 mm.

إن الأسطح حيث توجد شبكة الأنابيب تكون درجة حرارتها واحدة و منتظمة و تتمتع بسهولة و سرعة في عملية التبريد و التسخين على حد سواء، بحوالي 60% من خلال الإشعاع و 40% عن طريق الحمل الحراري.

نتيجة لكبر سطوح التبادل الحراري، يمكن نقل كمية كبيرة من الطاقة بدون ضجيج أو ضياعات حتى في حال الاختلافات الصغيرة جداً في الحرارة بين سطح الغرفة العاملة و هوائها.

من أجل عمليات التبريد:

يفضل أن يتم تركيب شبكة الأنابيب الشعرية في السقف و بدرجة حرارة للماء بين (16 – 19 درجة مئوية)، وتبعاً لنوع السقف و ظروف التركيب يتم الحصول على استطاعة تبريد هنا حتى ($83.5\ W/m^2$). يتم تجهيز كل منطقة بحساسات للتحكم بنقطة الندى (dew point) و تجميع ناتج التكاثف المرافق لأنظمة التبريد السطحية. فعندما يقوم الحساس بتسجيل ناتج عملية التكثيف، إما أن يتم إيقاف تدفق الماء عبر شبكة الأنابيب عن طريق إغلاق صمام التحكم وإما يتم رفع حرارة الماء بالتدريج. إن هذه الحالة من النادر حدوثها لأنه يتم عادة تركيب أجهزة تهوية مساعدة

مع سقف التبريد في الأبنية الضخمة و الكثيرة الاستخدام إذ يتم التحكم بالرطوبة عن طريق التهوية و يتم الحفاظ عليها في الحدود المريحة و البعيدة عن المجال الحرج لنقطة الندى و هي حوالي 50% رطوبة نسبية [3],[2].

من أجل عمليات التدفئة:

يجري ماء دافئ بدرجة حرارة بين(28 إلى 30 درجة مئوية) عبر نظام الأنابيب الشعرية. في هذه الحالة تكون درجة حرارة سطح السقف حوالي (27 C°). و باستطاعة بين (40 −30 $W\backslash m^2$) يتم الوصول لوضع الراحة عند تسخين سقف الغرفة بهذه الطريقة.

لهذا يفضل استخدام أنظمة شبكة الأنابيب الشعرية للحصول على ظروف مثالية في الغرف التي تحقق الراحة للإنسان بأقل كلفة معمارية (متطلبات الفراغ) و اقل استهلاك للطاقة.

تشكل تكنولوجيا الأنابيب الشعرية مساهمة مهمة من أجل تقليل التكاليف التشغيلية و الآثار السلبية على البيئة. فقد تم استغلال هذه الفوائد بشكل عملي في أبنية البنوك و المكاتب الصناعية الضخمة[6],[5],[4].

طرائق البحث ومواده:

- **خصائص مادة البولي بروبيلين المستخدمة في صناعة الأنابيب الشعرية**[1]:

- مقاومة للتآكل
- وزن خفيف(9 مرات أخف من الحديد)
- قابلية اللحام بنتائج جيدة جداً.
- خسائر منخفضة بسبب الاحتكاك الجداري.
- مستوى منخفض للضجيج التدفقي.
- مناسب لحالات إجهاد الضغط العالي.
- خصائص عزل حرارية مناسبة(λ=0.21 w/km).
- مقاومة عالية لأوساط التدفق العنيفة و المواد التركيبية.
- ثبات(استقرار) عالي في الشكل تحت تأثير الحرارة.
- مرغوب من الناحية الصحية.
- عدم تشكل شقوق أو خلل تحت الضغط.
- غير ناقل للكهرباء.
- مقاومة جيدة جداً للتقادم الحراري.
- ليس هناك أية مخاطر في استخدام البولي بروبيلين من الناحية الفيزيولوجية والسمية.
- إن مادة البولي بروبيلين هي مادة لا تمتص للماء.
- نفاذية الأكسجين ليس لها أي تأثير سلبي على استخدام البولي بروبيلين في قطاع التدفئة.
- الناقلية الحرارية منخفضة.
- مقاومة التقادم : لها علاقة بدرجات الحرارة و ضغط التشغيل وهي موضحة بالجدول رقم \ 1 \

الجدول رقم \ 1 \ يبين استقرار درجة الحرارة مع زمن التشغيل وضغط التشغيل

درجة الحرارة	زمن التشغيل تحت ضغط تشغيلي 10 بار	زمن التشغيل تحت ضغط تشغيلي 4 بار
20 درجة مئوية	100 سنة	100 سنة
30 درجة مئوية	50 سنة	50 سنة
40 درجة مئوية	7 سنين	50 سنة
50 درجة مئوية		50 سنة
60 درجة مئوية		50 سنة
70 درجة مئوية		50 سنة
80 درجة مئوية		10 سنة

- الاستقرار الضوئي :

البولي بروبيلين ذو اللون الأسود مقاوم للأشعة فوق البنفسجية و لكن مقاومته منخفضة للتقادم الحراري.

أما باقي مواد البولي بروبيلين الأخرى فمناسبة فقط للاستخدام الداخلي كونها تعتبر غير مقاومة للأشعة فوق البنفسجية

- الضغط التشغيلي المسموح به وعدد السنوات التشغيل القصوى من أجل 50 سنة مدة تشغيلية عظمى كما في الجدول رقم \ 2 \

الجدول رقم \ 2 \ يبين درجة الحرارة المناسبة للضغط التشغيلي المسموح به

درجة الحرارة	الضغط التشغيلي المسموح به
20 درجة مئوية	12,9 بار
30 درجة مئوية	10,9 بار
40 درجة مئوية	9,2 بار
50 درجة مئوية	7,7 بار
60 درجة مئوية	6,5 بار
70 درجة مئوية	4,3 بار
80 درجة مئوية	3,2 بار

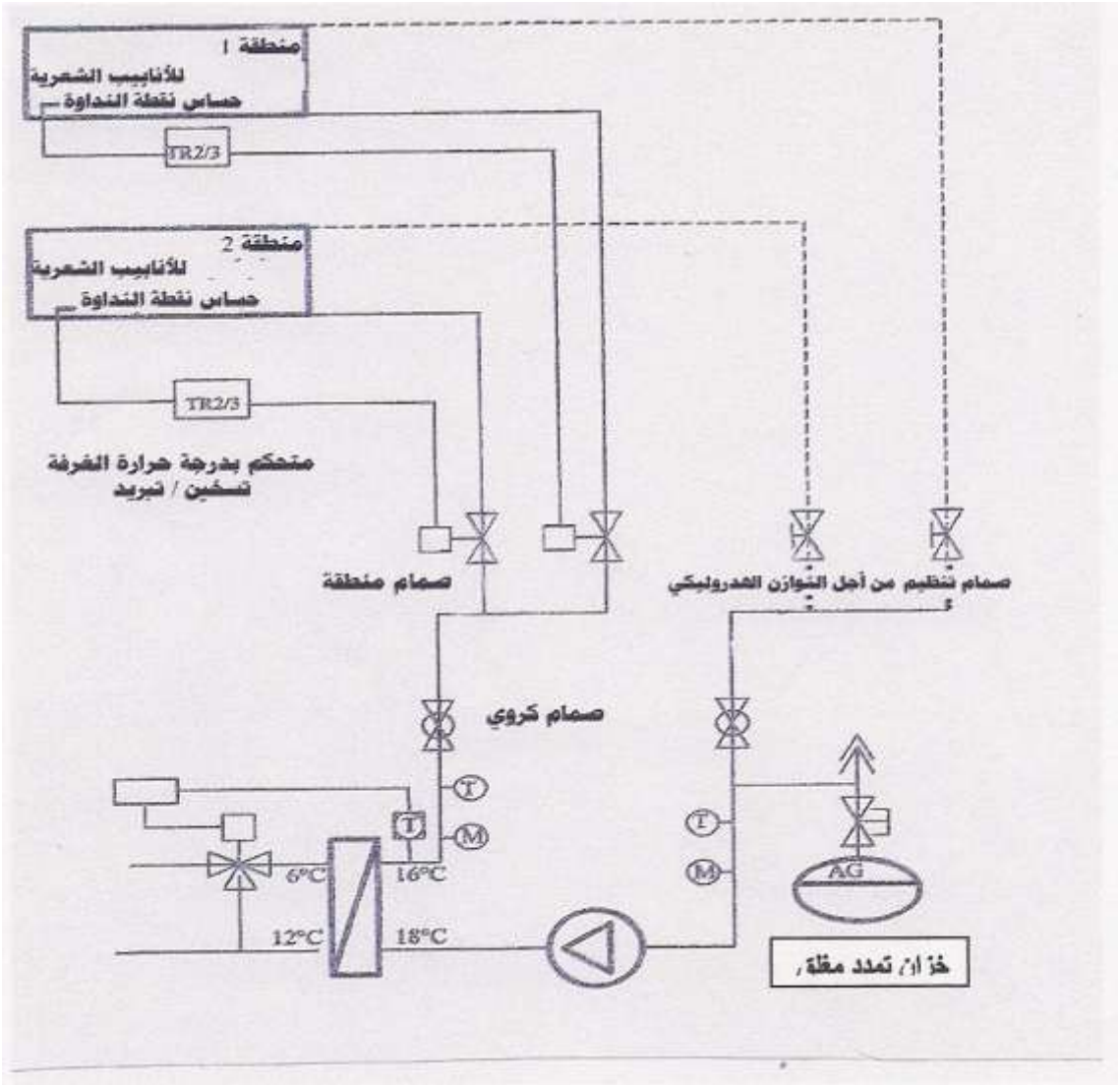
النتائج والمناقشة:

تخطيط أنظمة الأنابيب الشعرية وتصميمها [7],[6],[5],[4],[3],[2] :

إن أنظمة شبكة الأنابيب الشعرية تعمل بتزويد الشبكة بمصدر حراري ثابت (ماء بارد أو ساخن) و يتم التحكم به عن طريق حساس مغمور في خط مجرى الجهاز، يتم مقارنة درجة حرارة النظام مع درجة حرارة المكان المعدة مسبقاً و تبعاً لذلك يتم التحكم بجريان الماء ضمن الشبكة عن طريق صمام ثنائي أو ثلاثي الاتجاه إما أن يفتح أو يغلق فيتم التحكم بدرجة حرارة المكان بشكل منفصل لكل منطقة على حدة إذ يمكن ضبط النقطة المرجعية مركزياً أو لا مركزياً. كما أن التحويل بين عمليتي التبريد و التسخين يمكن أن يتم مركزياً.لا ننصح بالتحكم بدرجة حرارة الماء عن طريق

مزجه من المجرى الجانبي الرئيسي مع الخط الراجع في الحلقة الثانوية. بالإضافة لذلك يتم تجهيز كل منطقة بحساس نقطة ندى، للتحكم بدرجة الرطوبة النسبية للغرفة .

كما هو موضح بالشكل رقم \ 1 \



شكل \1 \: يبين مخطط التحكم لنظام شبكة الأنابيب الشعرية/تبريد

1- الأسقف المبردة مع أو دون تهوية.

من حيث المبدأ يمكن للسقوف المبردة أن تعمل مع أو دون تهوية داعمة (وحدة تهوية) وفي معظم الحالات فإن الاستخدام الأكثر تكراراً هو سقوف تبريد مع وحدة تهوية.

1-1 الأسقف المبردة مع تهوية طبيعية من النافذة:

هناك طريقتان للتحكم يمكن اختيارهما:

1) درجة حرارة ثابتة للمنبع مع توقف سقف التبريد بوساطة جهاز حساس لدرجة حدوث الندى.

2) درجة حرارة متغيرة للمنبع مع ارتفاع لهذه الحرارة بحسب رطوبة الهواء.

وفي كل الحالات يجب وضع درجة حرارة المنبع °C 1-2 فوق درجة حرارة درجة الندى.

هناك طريقة أخرى لحماية التبريد بالسقف من حدوث التكاثف وهي استخدام نقاط تماس على النافذة والتي تسبب حدوث توقف للتبريد بالسقف عن طريق فتح النوافذ ومع الهواء المحيط الرطب الداخل حتى لا يكون الهبوط أدنى من درجة الندى ممكناً.

1-2 الأسقف المبردة مع تهوية داعمة:

يمكن استخدام سقف التبريد مع تهوية داعمة إذ يتم التحكم برطوبة هواء الغرفة من خلال التهوية وتصبح هذه الرطوبة منتظمة حتى مستوى 50% تقريباً للرطوبة النسبية إضافة لذلك فإن الحد الأدنى الصحي لتغير الهواء يحدث من خلال التهوية يمكن إنقاص حجمها بشكل كبير.

ان تدفق الهواء العادي يتراوح من $m^3/hperm^2$ 4 إلى 6 أو m^3/h 20–40 للشخص بالنسبة للحد الأدنى الصحي لتغير الهواء . يعمل تبريد السقف تحت درجة حرارة منبع ثابتة تبلغ عادة 16C° لتصبح رطوبة هواء الغرفة 50% و درجة حرارته 26 C° و تكون درجة حرارة درجة الندى حوالي 14.8 C° . إن تركيب جهاز حساس لدرجة الندى في الغرفة كعنصر سلامة هو أيضاً مهم مع تبريد السقف و بوجود وحدة التهوية. إن حمل التبريد يجب تحديده بحسب شروط ASHRAE.

2- درجة حرارة الغرفة:

يجب استخدام درجة حرارة الغرفة العظمى الفعالة التصميمية في المنطقة. إن درجة الحرارة هذه تساوي درجة الحرارة التي تم استخدامها من أجل حسابات حمل التبريد وتصل إلى TR=26 C° .

ان درجة الحرارة التشغيلية تساوي تقريباً 2 C° تحت درجة حرارة الغرفة فالإنسان يميز درجة حرارة الغرفة على أنها متوسط (معدل) درجة حرارة هواء الغرفة ودرجة حرارة السطوح المحيطة ودرجة الحرارة المحسوسة تتأثر أيضاً بنوع الملابس التي نرتديها وكذلك درجة الأنشطة التي نقوم بها.

وبهذه الطريقة يمكن السماح لدرجة حرارة الغرفة بأن تزداد إلى 28C° وبالتالي تزداد سعة التبريد لكن حدود الراحة تبقى محفوظة بسبب درجة الحرارة المحسوسة البالغة 26 C°.

العامل الهام جداً في سعة التبريد وبالاعتماد على حالة التركيب هو الفارق بين درجة حرارة الغرفة ومتوسط درجة حرارة الماء مثال: TR=26 C° TW=17 C° .

3- رطوبة هواء الغرفة:

إن هذه القيمة تكون ثابتة عند 50% من الرطوبة النسبية وتقع تقريباً في وسط مجال الراحة بالنسبة لإحساس الإنسان بالارتياح ومع هذه القيمة ودرجة حرارة الهواء فإن درجة حرارة الندى يتم حسابها وإذا كان هناك انخفاض إلى ما تحت درجة حرارة الندى فإن تبريد السقف يصبح متوقفاً وعلى هذا الأساس يتم تحديد درجة حرارة المنبع وهذا يجب دائماً أن يكون فوق درجة الندى.

ومن المخطط البسايكومتري فإن درجة حرارة درجة الندى البالغة 14.8C° يمكن تحديدها بالنسبة لتكييف هواء الغرفة 26 C° ورطوبة نسبة 50% .

4- درجات حرارة النظام بالنسبة للمنبع والعودة:

تتحدد درجات حرارة النظام لتبريد السقوف بالاعتماد على درجة الندى . إن درجة حرارة المنبع البالغة16C° ودرجة العودة البالغة 18C° أو 19C° يتم اختيارها على نحو تكون درجات حرارة النظام المفضلة أكثر من أجل الحصول على أفضل سعة ممكنة وحماية لدرجة الندى من تكييف هواء الغرفة.

مثال:

رطوبة نسبية 50%

TR=26 C° Tvl=16 C° Trl=18 C°

المتوسط الحسابي لدرجة حرارة الماء Tm

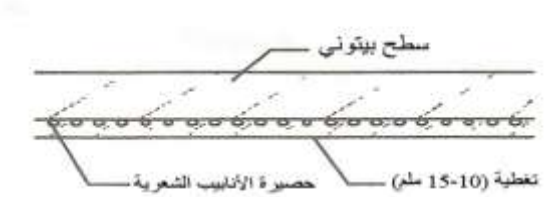
Tm=Tvl+ [(Trl-Tvl)/2]

متوسط درجة حرارة تحت المستوى Tu= Tr-Tm

القيمة الناتجة تحت الظروف العادية سوف تكون كما يلي:

Tm= 17 C° Tu= 26 C°− 17 C°= 9 C°

5 – أنواع الأسقف النموذجية :



يتم تركيب الأنابيب الشعرية في طبقة من الجبس على سقف إسمنتي . ان أنواع الجبس المستخدمة عادة هي من الجيبس أو الحجر الكلسي إضافة إلى الجبس الصوتي. الأنابيب الرئيسية للشبكة وشبكة الأنابيب تتوضع في فراغات مغلقة أو في تجويف السقف لمستوى الأرض المجاور.

الشكل \2 \ يبين طريقة تركيب الأنابيب بالسقف

الإيجابيات: حد أدنى للارتفاع الإنشائي ومناسب خاصة للفرق السفلي ليس هناك فقد في ارتفاع الغرفة عند التركيب.

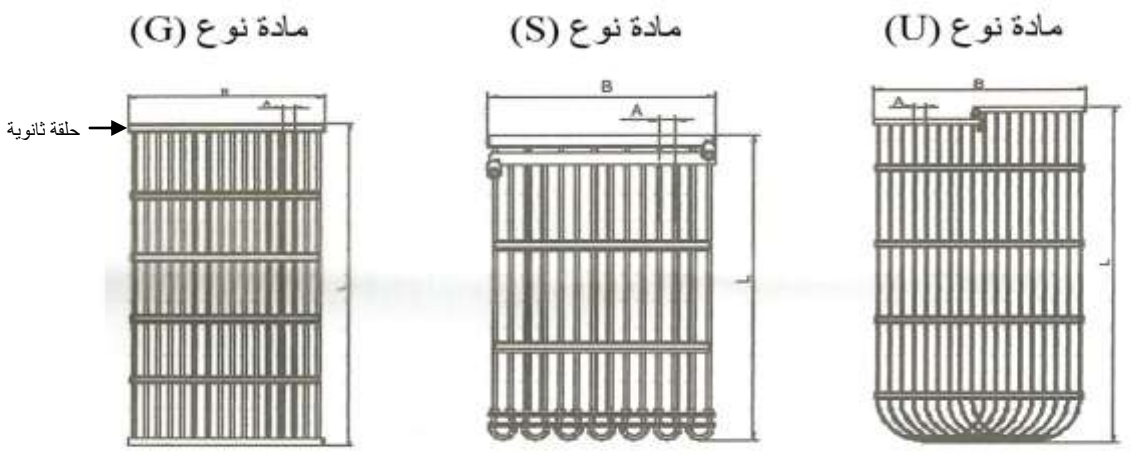
إن سعة التبريد النوعية عالية تبلغ ($80.3W/m^2$) بدون إنقاص في الارتفاع الفعال للغرفة. كما هو موضح بالشكل رقم \ 2 \

6– نوع شبكة الأنابيب الشعرية(الحصيرة):

بحسب حالة التركيب و نمط السقف المستخدم و بحسب نوع التوصيل وموضع نقاط التوزيع الرئيسية وهبوط الضغط نحدد نوع شبكة الأنابيب الشعرية (الحصيرة)التي يمكن استخدامها كما هو موضح بالجدول رقم \ 4 \ وبالشكل رقم \ 3 \ .

الجدول رقم \ 4 \ يبين حسب نوع السقف نوع حصيرة الانابيب و طريقة التركيب

نوع المكون الإنشائي	نوع الحصيرة	حالة تركيب الحصيرة
سقف بطبقة معدنية سقف بنية جافة	U, S , G	حصيرة تتوضع بشكل لاصق في أو على المكان
سقف معالج بالجبس جدار معالج بالجبس أرضية	S , G	حصيرة مطمورة (جيبس)



الشكل رقم \ 3 \ يوضح حالة التركيب و نوع الحصيرة التي يمكن استخدامها

إن السعة في غرفة ما والناتجة عن طريق السقف المبرد يتم حسابها عن طريق ضرب السطح الفعال بالسعة النوعية في m^2 من السطح الفعال وإذا كانت سعة التبريد هذه غير كافية لتسحب حمل التبريد للغرفة عندئذ فإذا الجزء الباقي يجب سحبه عن طريق التهوية أو عن طريق أنظمة أخرى (مثال شبكة الأنابيب الشعرية).

الاستنتاجات والتوصيات:

تقدم أنظمة الأنابيب الشعرية المصنوعة من مادة البولي بروبيلين فوائد كثيرة مقارنة مع الحلول التقنية التقليدية:
تشغيل أفضل _ تجميع أسهل _ سلامة تشغيلية أعلى _ تكلفة أقل _مستويات تلوث أقل

من حيث التشغيل :

- إحساس أمثل بالهدوء و دون ضجيج على الإطلاق. إذ تبادل الطاقة عن طريق الإشعاع .
- لا آثار جانبية على الصحة في استخدام أنظمة الأنابيب الشعرية مقارنة مع الأنظمة التقليدية إذ يتم ضخ كميات كبيرة من الهواء بدرجة حرارة أقل من المعدل الطبيعي داخل الغرف و هذا يسبب الشعور بعدم الراحة و هو سبب من أسباب المرض. بالإضافة إلى خطر للفحات البرد و الضجيج المزعج، و الظروف الصحية السيئة في شبكة مجرى الهواء هي عامل سلبي مؤثر بشكل دائم.
- تحكم إفرادي :حيث يمكن التحكم بكل منطقة على حدا

التكامل في البناء :

- عناصر تقنية غير مرئية(مخفية)
- أنظمة الأنابيب الشعرية تملك بنية قليلة الارتفاع و لهذا السبب يمكن أن يتم دمجها بشكل كامل بالسطح المغلف للغرفة. و بالتالي يمكن الاستغناء كلياً عن العناصر التقنية المرئية كالمشعات أو تجهيزات تبريد الغرف.
- متطلبات مساحة صغرى: تحتاج شبكة الأنابيب الشعرية إلى مساحة أقل بكثير من الأنظمة التقنية التقليدية.

الأمان التشغيلي :

- ضمان مؤكد للجودة تصنع شبكة الأنابيب الشعرية من مادة البولي بروبيلين عالية الجودة. و تخضع لعملية ضبط جودة حوالي 20 بار ضغط هواء ثم تخضع لاختبار في حمام مائي من أجل أي احتمال تسرب. و هذا الضغط الاختباري يساوي حوالي عشر مرات أكثر من الضغط التشغيلي.
- عدم الانسداد أو التعطيل مع أنظمة الأنابيب الشعرية يتم دائماً فصل دورة الماء عبر شبكة الأنابيب الشعرية عن دورة الماء الأساسية عن طريق مبدل حراري مصنوع من الفولاذ عالي الجودة. في الحلقة الثانوية، يتم فقط استخدام المواد المقاومة للتآكل كالبلاستيك و النحاس الأحمر و النحاس الأصفر و الفولاذ عالي الجودة. خلافاً لبقية الأنظمة المستخدمة. وبالتالي فان الماء يظل نظيفاً من الشوائب الصلبة حتى بعد زمن من التشغيل.
- تصريف ذاتي بسبب القطر الضيق و شد سطح الماء، الأنابيب الشعرية هي ذاتية التصريف حتى في حالات اتجاهات الجريان العمودي و العكسي، يقود الماء فقاعات الهواء أمامه في أثناء عملية التعبئة و أيضاً عندما يقلع الجهاز لاحقاً. لهذا السبب لا حاجة لأخذ زاوية الانحراف بالاعتبار عند تركيب شبكة الأنابيب في السقف.
- سهولة الإصلاح في حال تخريب شبكة الأنابيب الشعرية، مثلاً في أثناء عملية الثقب، يمكن استبدال أو إصلاح الأنابيب الشعرية المعطلة باستخدام كاوية لحام.

التكلفة :

- اقتصادية
- توفير المساحة
- زمن خدمة أطول

الحماية البيئية :

- تنظيم حرارة الأسطح باستخدام شبكة الأنابيب الشعرية هي عملية فعالة أكثر بكثير مقارنة مع أنظمة الأنابيب التقليدية بسبب المسافات الصغيرة جداً بين الأنابيب الشعرية، حوالي(10 إلى 15) مم، و السطح الكبير بالتالي هذا يوفر عملية نقل مثالية للطاقة إلى الغرفة. كنتيجة، تكون عمليات التبادل الحراري اللازمة بين حرارة الماء و حرارة الغرفة قليلة جداً.
- حفظ إضافي للطاقة ينتج من حقيقة أن درجة حرارة الغرفة التي يتلقاها المستخدم باستخدام التبريد والتسخين الإشعاعي هي حوالي(2 إلى 3) درجات أقل و أعلى على التوالي، من درجة حرارة هواء الغرفة الفعلي. بالتالي حفظ كبير للطاقة واضح و جدير بالاعتبار هنا أيضاً عند استخدام أنظمة الأنابيب الشعرية.
- بالإضافة إنتاج شبكة الأنابيب الشعرية يتم بطريقة نظيفة تماماً(لا تلوث البيئة). لا تنتج عملية الصنع أي هواء عادم ملوث أو فضلات مائية ملوثة، كل فضلات الإنتاج قابلة لإعادة التصنيع و الاستخدام 100%.
- يحتاج مصنعو البولي بروبيلين كميات أقل من الطاقة الأولية مقارنة مع باقي المواد. يتطلب النحاس خمس مرات و نصف أكثر، و الألمنيوم حتى حوالي 8 مرات من الطاقة الأولية.

المراجع:

1- RANDOM . *Green therm catalog tec distribution system for hot and cold water in polypropylene*. din 8077-8078 standards,Italy,2000,43.

2- ASHRAE GUIDE .*American Society Of Heating Refrigerating Air conditioning Engineer*. U.s.a,2009,2500.

3- CARRIER W.H. *Modern air conditioning , Heating and Ventilating*. London,1959,600

4-KRASNOSHCHEKOV, E;SUKOMEL, A.S. *Problems in Heat transfer*. Moscow,1977,400.

5- MC grow hill book company. *Handbook Of Air Conditioning System Design*.U.s.a,1965,832.

6 - NAHHAS, A . *Heat transfer*. Aleppo university publications,1987,358.

7- NAHHAS, A . *Heating and air conditioning*. Aleppo university publications, 1983,570

8-AZOUZ,D.*Fluid mechanics*. . Aleppo university publications,1982,596

9- 11 Mar.2009.
http://www.globescientific.com

10- 16 Sep.2009.
http://www.pslc.ws

11- 15 Oct.2009.
http://www.solarenergy.org

12- 23 Oct.2009.
http://www.underfloorheatingsystems.co.uk