مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

التدفئة وتسخين المياه باستخدام مولدات حرارية دوارة صديقة للبيئة

د. هيثم أسمر*

(تاريخ الإيداع 24 / 6 / 2018. قُبِل للنشر في 9/ 8 / 2018)

□ ملخّص □

يهدف هذا البحث إلى استخدام مصدر طاقة حراري للتدفئة وتسخين المياه بطريقة ميكانيكية وذلك باستخدام مولد حراري دوار لا ينتج عنه غازات ضارة للبيئة . يتميز المولد الحراري بمواصفات عالية من حيث انتاج الحرارة وسرعة الاستجابة والسهولة في الاستثمار وذات كلفة اقتصادية قليلة.

في هذا البحث تم تصميم مخطط لتوضع المولد الحراري الدوار في منظومة تدفئة محلية ولمنظومة تأمين المياه الساخنة للحمامات والمطابخ والغسيل والصناعات الغذائيةوغير ذلك .

تبين المخططات أنه في حال استخدام مولد حراري دوار يتم التوفير في أغلب تجهيزات التدفئة التقليدية وتسخين المياه خاصة المرجل والحراق والمدخنة التي تقوم بطرح الغازات الناتجة عن احتراق الوقود الملوثة للبيئة وبالتالي فهي اقتصادية وصديقة للبيئة .

الكلمات المفتاحية : مولدات حرارية دوارة ، التدفئة ، تسخين المياه ، التلوث البيئي .

* أستاذ مساعد – قسم هندسة القوى الميكانيكية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية –جامعة تشرين

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (40) العدد (4) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (40) No. (4) 2018

Heating and water heating using environmental friend rotary thermal generators

Dr. HaithamAsmar*

(Received 24 / 6 / 2018. Accepted 9 / 8 / 2018)

□ ABSTRACT □

The present paper aims to use the thermal energy source for heating and water heating, by mechanical method, and using rotary thermal generator doesn't produce environmental harmful gases.

The thermal rotary has high specifications: easy investment and low economic costs. In our present work, we designed a special plan for placing the thermal rotary in the house-thermal heating system, for hot water production, for kitchens, washing and other alimentary manufactures.

However, the plans explain using rotary thermal generator which could save in most traditional heating machines and water heating especially boiler, burner and flue that produces gases due to fuel combustion that ispolluted environment, so that they are economic and environmental friend.

Keywords: Rotary Thermal Generator,Heating, Water Heating, Environmental Pollution

*Asst. Prof.- Faculty of Mech. Of Elect. Eng. –Tishreen University –Lattakia-Syria.

مقدمة

نظراً للتلوث الكبير الذي ينتج عن حرق المشتقات النفطية وجب علينا البحث عن مصادر بديلة للطاقة تساهم في التقليل من التلوث والنواتج الضارة بالبيئة . منذ الثورة الصناعية أضافت النشاطات البشرية كميات كبيرة من الغازات في الجو والتي تلعب دوراً أساسياً في الاحتباس الحراري وتغير بيئة الغلاف الجوي و أثر ذلك على مناخ كوكبنا. من ناحية أخرى فإن التطور الصناعي و زيادة الطلب على الطاقة أدى إلى استنزاف مصادر الوقود الأحفوري من جهة و زيادة التلوث والضجيج من جهة أخرى و تأثيرها المباشر على البيئة و الإنسان على حد سواء [1] .

ينتج عن استهلاك الوقود الأحفوري ، خاصة المازوت ، في تشغيل أنظمة التدفئة مشاكل بيئية نتيجة انبعاثات غاز ثنائي أوكسيد الكربون وكذلك الغازات التي تؤثر على صحة الإنسان كأحادي أوكسيد الكربون ، وهيدريد الكربون ، ومركبات الوقود التي لا تحترق ، وأكسيد النتروجين ، بالإضافة إلى التلوث السمعي الناتج عن الضجيج [2].

استناداً لما سبق فقد زاد الاهتمام للبحث عن تقنيات بحيث تؤمن كفاءة عالية من ناحية استهلاك الوقود إضافة للحد من انبعاثات الغازات وتقليل الضجيج إلى أقصى درجة ممكنة ، ومن هنا تظهر أهمية هذا البحث الذي يؤمن تشغيل نظيف لمنظومة التدفئة و رخص في كلفة الاستثمار[3] .

لقد سعى الإنسان منذ القدم إلى الاستفادة من الطاقة الطبيعية والتفكير في التطبيقات العملية لها لاستخدامها بأقل تكاليف وبأعلى مردود . تشمل الطاقة بشكل عام طاقات مختلف أنواع الوقود ، و طاقة الرياح ، والطاقة الشمسية والمواد القابلة للانشطار النووي وغير ذلك ، كما أن مقدار الطاقة التي يمكن الحصول عليها من مصدر معين يتوقف على طبيعة هذا المصدر وعلى طريقة التحويل . تم لاحقاً الاستفادة من الحركة الدورانية والزوبعية للسوائل واستخراج الطاقة الكامنة منها بالإضافة إلى الاستفادة بشكل رئيسي من التحولات الطورية وخاصة للماء ، الذي يعتبر العنصر الأهم في الطبيعة وذلك بسبب خواصه الشاذة حيث أن السعة الحرارية للماء أكبر بمرتين منه للجليد ، لأنه عند التحولات الطورية يتم طرح الطاقة الحرارية الزائدة والتي كانت كامنة في الماء عند تحول الماء إلى رذاذ وبالتالي اكتساب جزيئات الماء توضع منتظم مشابه لتوضع جزيئات الماء في الجليد وبالتالي طرح هذه الطاقة الزائدة والناتجة عن فرق السعة الحرارية بين الماء والجليد إلى الوسط المحيط أو إلى المادة المراد رفع درجة حرارتها [4] .

أهمية البحث وأهدافه :

تكمن أهمية هذا البحث في وضع مخططات مناسبة لآلية عمل المولدات الحرارية الدوارة للاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة عنها في التدفئة المحلية واستخدام الماء الساخن للاستهلاك المنزلي ، والتي تتميز بمواصفات عالية من حيث انتاج الحرارة وسرعة الاستجابة وسهولة الاستثمار مع كلفة اقتصادية قليلة وصديقة للبيئة .

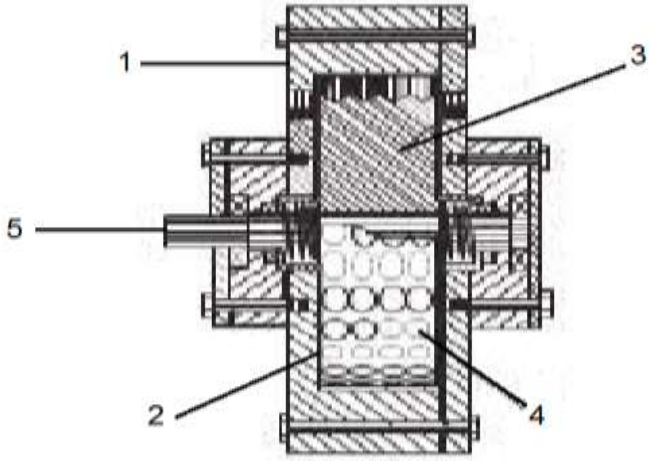
طرائق البحث ومواده:

تعتمد طريقة البحث على شرح مبدأ عملية انتاج الحرارة ميكانيكياً و وصف بنية جهاز التسخين ومن ثم وضع مخططات مناسبة تسمح بالاستفادة من الطاقة الحرارية الناتجة في التدفئة وفي استهلاك الماء الساخن .

الوصف الفيزيائي لعملية انتاج الحرارة من المولدات الحرارية الدوارة :

يبين الباحثون بأن المولدات الدوارة التي تنتج الحرارة ميكانيكياً تتألف من اسطوانتين أحداهما تدور بداخل الأسطوانة الأخرى وبينهما فراغ حجمي صغير يملأه سائل (ماء ، زيت ، كحول ، ..) كما هو مبين في الرسم التخطيطي المبسط (الشكل 1) [3] .

تعتبر الأسطوانة الداخلية هي العنصر الأساسي في الآلة ، على سطحها تجاويف بأعداد كبيرة . الحيز ضمن الأسطوانة الداخلية الدوارة يدعى بحجرة غريس نسبة للعالم جون غريس وهي مثبتة على عمود دوار يدور بسرعة كبيرة بواسطة محرك كهربائي . بين الجزء الدوار والاسطوانة الخارجية الثابتة يوجد فجوة والتي ضمنها يتم تسخين الماء .



الشكل 1 . الرسم التخطيطي المبسط للمولد الحراري الدوار
1-أسطوانة خارجية، 2- أسطوانة داخلية دوارة ، 3- حجرة غريس
4-فجوات ، 5-محور دوران موصول مع محرك

عندما تدور الأسطوانة الداخلية بسرعة يلاحظ مع مرور الزمن ارتفاع درجة حرارة سطح الأسطوانة الخارجية بشكل كبير ومحسوس .

قام العلماء بدراسة هذه الظاهرة وتحليلها علمياً ، بعضهم فسر ذلك إلى أن السبب هو تحول الطاقة الميكانيكية بالكامل عن طريق الاحتكاك إلى طاقة حرارية ، وبعضهم قال أن إحدى مركبات انتاج الحرارة احتكاكي أما المركبة الأخرى فهي ذات سبب مجهول أي غير معروف بشكل دقيق ، و يتكهن أخرون بأن السبب في مثل هذه الحالة يعود إلى السلوك الجزئي للماء (المادة السائلة) الموجود بين الأسطوانتين،حيث أن الالكترونات الحرة لمادة السائل ونتيجة للحركة الدورانية العالية فإنها تقفز من مداراتها (مستويات طاقة أدنى) إلى مدارات أعلى (مستويات طاقة غير مستقرة) وبسبب سلوك المنظومة وسيرها باتجاه الاستقرار من جديد فإن هذه الالكترونات سوف تعود من جديد إلى مداراتها الأصلية (مستويات الطاقة الأدنى) لتطلق كمية من الطاقة احدى أشكالها حراري ، وهكذا تتكرر العملية باستمرار مؤدية إلى إعطاء طاقة حرارية بشكل مستمر ، لكن بالإجمال يمكن القول أن السبب الحقيقي مجهول حتى الآن [4,5].

يهدف هذا البحث إلى الاستفادة من هذه الظاهرة الموجودة فعلياً والتي لا ينتج عنها أي غازات ضارة للبيئة تم اقتراح نموذج للقاعدة التجريبية وبالاعتماد على الطريقة الإحصائية للحصول على الوصف الرياضي للآلة بعد تنفيذ نموذج مصغر مختبر علمياً [6].

سير العمليات في حجرة غريس :

يتعرض الماء الواقع في التجاويف المثقوبة على السطح الدوار لمجموعة قوى أهمها القوة الطاردة المركزية F والتي يمكن حسابها من علاقة نيوتن :

$$F = M\frac{V^2}{R} = M\omega^2 R \qquad (1)$$

حيث :M–كتلة السائل في حجرة غريس (kg) ، V سرعة حركة السطح الدوار (m/s)

R– قطر التقوس للسطح الدوار (m)

ω– السرعة الزاوية للدوران (rad/s) والتي تحسب من العلاقة :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \qquad (2)$$

هنا : n– عدد الدورات في الدقيقة $(r.p.m)$

أما كتلة السائل M في حجرة غريس فتحسب من العلاقة :

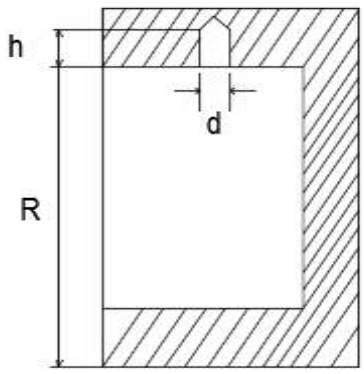
$$M = \rho * h * \frac{\pi d^2}{4} \qquad (3)$$

حيث : ρ– كثافة السائل (kg/m^3) ، d قطر التجويف (m)

h– عمق التجويف (m) .

إذا كانت التجاويف ليست مثقوبة من جهة الخارج وإنما من الجهة الداخلية للدوار كما هو مبين في الشكل2 فإن القوة الطاردة المركزية المؤثرة على السائل سوف تخلق ضغط على الجويف الواحد مقداره :

$$P = {}^{F}/_{S}\,(Pas) \qquad (4)$$



الشكل 2 . شكل التجاويف المثقوبة في حجرة غريس

حيث S– مساحة المقطع العرضي للتجاويف ذات القطر $d(m)$.

بتعويض قيمة F و S نحصل على :

$$P = {}^{4\pi^2 * \rho * h * R}/_{60^2}$$

$$P = \pi^2 * \rho * h * R/900$$

للتحويل من باسكال إلى ضغط جوي نأخذ بعين الاعتبار واحدات R و h بواحدة (mm) وكثافة السائل بواحدة (kg/cm^3) فنحصل على :

$$P = \frac{\pi^2.n^2.\rho.h.R}{900 * 1.01 * 10^5} = \frac{n^2.\rho.h.R * 1.1824}{10^{10}}(atm)$$

على سبيل المثال من أجل المولدة المستخدمة في هذا البحث حيث $R = 150\ (mm)$ وقطر التجويف $d =$ $8\ (mm)$ والعمق $h = 7 \rightarrow 8\ (mm)$ وسرعة الدوران $n = 3000\ (r.p.m)$ وبعد التعويض في العلاقة الأخيرة نحصل على قيمة الضغط والذي يساوي :

$$P = 1.17\ (atm)$$

وتصبح قيمة القوة الطاردة المركزية تساوي :

$$F = 1.17\frac{\pi * 0.8^2}{4} = 0.58\ (kg)$$

وهي قيمة قوة قذف الماء من الحجرة وهي أكبر من وزن قطرة الماء الداخلة إلى الحجرة والمساوية $0.4\ gr$.

يمكن معرفة كمية الحرارة التي يقدمها المولد الحراري من العلاقة التالية :

$$Q = M.C.\Delta t = M.C.(t_2 - t_1)(kcal/h)(5)$$

حيث : M– كتلة الماء في الخزان (kg) .

C– الحرارة النوعية للماء وتساوي $1\ \left({kcal}/{kg.°C}\right)$.

t_1– درجة حرارة الماء البارد الداخل إلى المولد (°C) .

t_2– درجة حرارة الماء الساخن الخارج من المولد (°C) .

فيما بعد سوف يتم تقدير قيمة Q بالنسبة للمثال المدروس في الفقرة اللاحقة .

يتم حساب فعالية أداء المولد الحراري من العلاقة التالية :

$$k_{eff} = \frac{Q_H}{Q_E} = \frac{M.C.\Delta t}{860.Q_m.T} \qquad (6)$$

حيث : M– كتلة الماء الداخلة إلى المولد خلال فترة استهلاك الكهرباء (kg) .

C– الحرارة النوعية للماء وتساوي $1\ \left({kcal}/{kg.°C}\right)$.

Δt– فرق درجات حرارة الماء (°C) .

T– الزمن اللازم لقياس استهلاك الماء ضمن المولد

Q_m– استطاعة المحرك الكهربائي المطلوبة وتساوي :

$$Q_m = 220\ {\sqrt{3I}}/{1000}\ (kW) \qquad (7)$$

هنا : I– شدة التيار الكهربائي (A) .

220 – توتر الشبكة الكهربائية (V) .

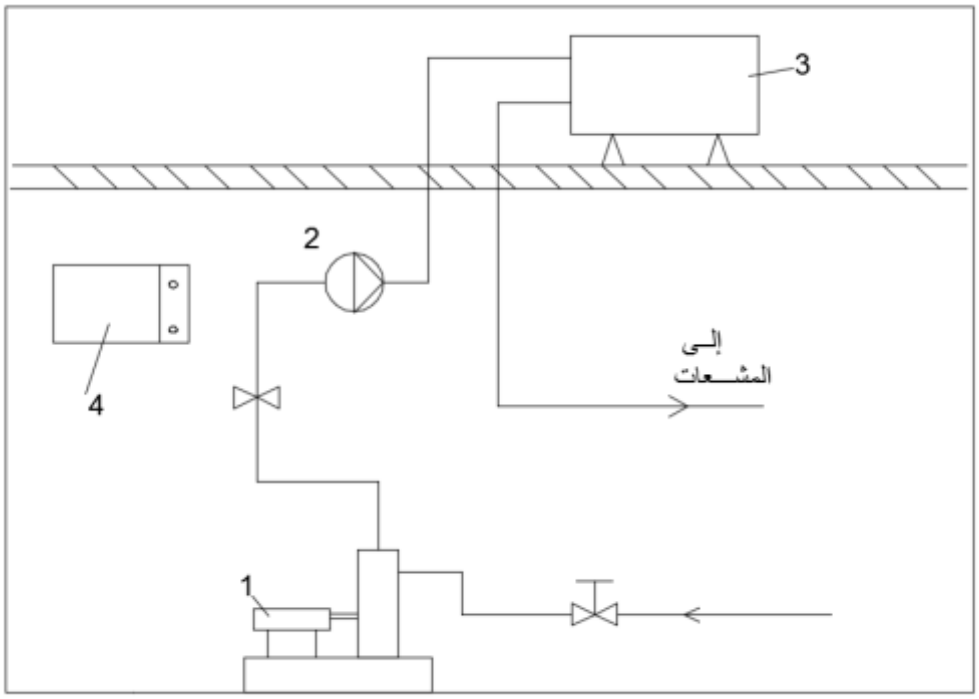
لقياس الفعالية ، بالنسبة للمهتمين والباحثين ، يتم تركيب المنظومة بحيث يتم وضع عداد لتقدير كمية الماء المستهلك وقياس زمن التشغيل بالإضافة لقياس شدة التيار الكهربائي اللازم للمحرك الحاص بالمولد ثم يتم حساب الاستطاعة المطلوبة Q_m . بعد ذلك يمكن حساب مقدار فعالية المولد .

مولد الحرارة في منظومة التدفئة المحلية :

في دراستنا سوف نستخدم المولد الحراري لتدفئة شقة سكنية تقع في مدينة اللاذقية .تم حساب الحمل الحراري واستطاعة التجهيزات اللازمة للتدفئة بالطريقة التقليدية حسب العلاقات اللازمة[7] والموضحة في الجدول الاتي:

أبعاد الشقة السكنية (m)	الحمل الحراري W	استطاعة المرجل (kW)	استطاعة الحراق (kg/h)	حجم الوقود $(Liter)$	حجم خزان التمدد $(Liter)$
$10 * 17 * 3$	16167	21.017	2.2	1520	40

سوف نلاحظ أنه باستخدام المولد الحراري يتم الاستغناء عن تلك التجهيزات الموضحة بالجدول . تم تصميم مخطط مناسب لتدفئة الشقة السكنية باستخدام المولد الحراري والمبين بالشكل 3 .



الشكل 3. مخطط توصيل المولد الحراري مع منظومة تدفئة شقة سكنية بالماء الساخن

1-مولد الحرارة الدوار ، 2- مضخة تدوير ، 3- خزان تجميع المياه الساخنة

4-منظومة التحكم المزودة بنظام آلي لتعديل الحرارة .

العنصر الأهم في هذا المخطط ليس المولد فقط وإنما هو خزان تجميع المياه الساخنة الذي يتم تركيبه على السقيفة . في حال كانت الدعامات للسقيفة في الشقة تتحمل وزناً كبيراً يمكن أن يكون الخزان كبيراً بما فيه الكفاية ليجمع أكبر قدر من الماء الساخن عند تشغيل المولد تكفي لتدفئة المنزل ليوم كامل. الخزان 3هو مجمع للحرارة ، وكما نعلم يتمتع الماء من بين جميع المواد المعروفة بأكبر سعة حرارية نوعية ويجب عزل الخزان جيداً بمادة عازلة متوفرة في الأسواق المحلية .

توضع مضخة التدوير2كما هو موضح في الرسم بعد مولد الحرارة1 بحسب اتجاه حركة المياه فهي تتحرك بالاتجاه المطلوب كما تشكل الخلخلة عند مخرج المولدة 1مما يحسن عملها .

يمكن استخدام مضخة تدوير صغيرة و رخيصة الثمن نسبياً ذات استطاعة W 100 وهي كافية لذلك . المولد الحراري باستطاعته تسخين الماء حتى $(70 - 80)$℃ مع درجة حرارة الدخول بحدود $(10 - 20)$℃ واستطاعة المحرك

الكهربائي الموصول مع المولد المستخدم $3kW$. تجدر الإشارة إلى ان المولدات الحرارية الدوارة متوفرة في الأسواق الروسية والأوكرانية وباستطاعات مختلفة للمحركات الكهربائية .

يمكن حساب قيمة الحرارة التي يقدمها المولد الحراري حسب العلاقة (5) مع الأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

كتلة الماء في الخزان $M = 250kg$ و درجة حرارة الدخول $t_1 = 15\ ℃$ والماء الساخن $t_2 = 80℃$ فنجد أن :

$$Q = 250 * 1 * 65 = 16250\ \left(\frac{kcal}{h}\right) = 18090\ W$$

وهي كافية لتدفئة الشقة السكنية . مما سبق نجد أنه في حال استخدام مولد حراري يتم الاستغناء عن أغلب تجهيزات منظومة التدفئة التقليدية وهي المرجل والحراق ، حزان الوقود وخزان التمدد ، بالإضافة لعدم الحاجة للمدخنة . المولد يحتاج فقط لطاقة كهربائية لتدوير المحرك الكهربائي .

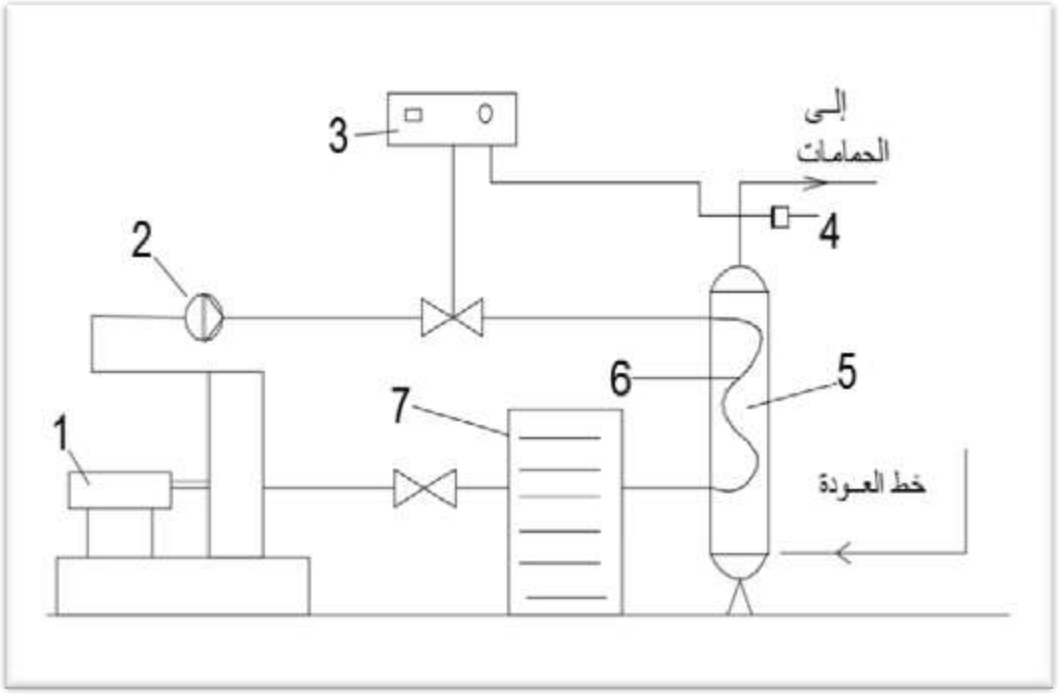
يجب التنويه أنه يمكن استخدام المولد الحراري كمصدر ثانوي أيضاً للحرارة اللازمة لتدفئة الشقة السكنية فيما إذا كانت موصولة مع شبكة التدفئة المركزية لمبنى .

في هذه الحالة يمكن ربط مولد مع منظومة تدفئة الشقة ويتم العمل من خلاله خارج أوقات تشغيل الشبكة المركزية لتدفئة المبنى . عند ذلك يجب تركيب صمام تحكم في الأسفل على الأنبوب الداخل إلى المولد كما في الشكل 3 .

باستخدام هذا الصمام يمكن تعديل ضغط الماء في المولد أثناء عمله حيث أن مضخة التدوير تسعى لخلق خلخلة في مولد الحرارة وتحدث هذه الخلخلة فقط عندما يكون الصمام مغلقاً تماماً ، أما إذا كان مفتوحاً جزئياً سيكون الضغط في مولد الحرارة أعلى من $1\ atm$ ومع بقاء الضغط أعلى من هذه القيمة وفي حال توفر المال ينصح بتركيب مقياس للضغط مانومتري على خط الأنابيب الواصل بين الصمام المشار إليه و مولد الحرارة حتى لا يتم تعديل الضغط بشكل عشوائي وسيفيد ذلك أيضا في اثناء عمل شبكة التدفئة المركزية للمبنى والمولد لا يعمل وإنما فقط مضخة التدوير ، إذ يجب أن يكون الصمام مفتوحاً تماماً حتى لا تسبب ممانعة إضافية لتدفق الماء في منظومة الشبكة المركزية .

مولد الحرارة في منظومة تأمين المياه الساخنة المستقلة :

تصميم مخطط التوصيل في هذه المنظومة الموضح في الشكل 4أكثر فعالية من مخطط التوصيل الموضح في الشكل3 ، في هذه الحالة ولزيادة فعالية عمل المولد ، باعتبار أن الدارة مفتوحة ، نتيجة استهلاك الماء الساخن في الحمامات أو المطابخ وغير ذلك وبشكل مستمر فإنه لابد من تسخين الماء بشكل أولي وذلك بوضع مبادل حراري وخزان احتياط للماء المغلي في هذه الحالة يقوم المبادل الحراري بشكل غير مباشر بتسخين الماء الذاهب إلى الحمامات من أجل الاستحمام أو إلى المطابخ عن طريق تسخين الماء الذي يتم تدويره في الدارة الأولية المغلقة للماء الساخن .



الشكل 4 . مخطط تأمين المياه الساخنة اللازمة للاستحمام

1-مولد حرارة ، 2-مضخة تدوير ، 3-منظومة تحكم مزودة بنظام آلي لتعديل الحرارة ، 4-حساس حرارة

5-أسطوانة المبادل الحراري ، 6-الدارة الأولية للمبادل الحراري ، 7-خزان الدارة الأولية

يقوم الخزان الاحتياطي بتأمين احتياطي الماء الضروري لعمل المبادل الحراري بشكل مستقر . وبملاحظة أنه عند تدوير الماء لعدة مرات عبر مولد الحرارة تزداد فعالية المولد من أجل هذا الأسلوب المستخدم لتسخين الماء مقارنة مع الماء الجديد . يحدث ذلك على ما يبدو لأنه عند عمل المولد يتشكل الديتيريوم/ D/نتيجة لذلك تزداد تراكيز الشوائب للماء الثقيل في المائع العامل لمولد الحرارة وبشكل مستمر مقارنة بتراكيزها في الماء الطبيعي .

مع العلم أن زيادة تراكيز الديتيريوم/ D /قليلة إلا أن كمية الحرارة الناتجة تزداد بشكل كبير .من مخطط المنظومة يتضح أنه يتم الاستغناء عن المرجل والحراق وخزان الوقود وخزان الأمان وكذلك المدخنة . تجدر الإشارة إلى أن الحاجة للاستحمام لا يقتصر فقط على المنازل وإنما تحتاجه أيضاً الفنادق والمشافي والمعسكرات الطلابية والثكنات العسكرية بالإضافة إلى الاستخدامات في المطابخ والغسيل وفي الصناعات الغذائية وأحواض السباحة .

الاستنتاجات والتوصيات :

1- نستنتج من هذا البحث أنه يمكن استخدام مولد حراري دوار للتدفئة وتأمين المياه الساخنة للاحتياطات البشرية عوضاً عن المرجل .

2- إن تركيب مولد حراري يوفر استخدام التجهيزات التي تحتاجها الأنظمة التقليدية وبالتالي له أهمية اقتصادية وصديق للبيئة باعتبار لا ينتج عنه أي غازات ضارة بالبيئة .

3- المولد الحراري يعمل على الطاقة الكهربائية وتكون كلفة استهلاك الكهرباء مرتفعة إذا تم التشغيل لساعات طويلة في اليوم مع الأخذ بعين الاعتبار نظام الشرائح حسب شركة الكهرباء . ولكن بالمقارنة مع الإيجابيات يمكن اعتبار ذلك أمر مقبول .

4- يوصى دائماً بالعمل والبحث عن وسائل جديدة تؤمن لنا الطاقة الحرارية أو الكهربائية ذات فعالية عالية وصديقة للبيئة .

المراجع:

1-د. محمد غفر *الصناعة النظيفة ومستقبل الطاق*ة مؤتمر يوم البيئة العالمي . استراتيجيات الطاقة والبيئة جامعة تشرين 2018 م .

2-د. خالد مصطفى قاسم *إدارة البيئة والتنمية المستدامة في ظل العولمة* الدار الجامعية ، الإسكندرية 2007 م .

3-د. عبدالله الحسين الصطوف *التلوث البيئي أزمة العصر* دار الزهور للنشر والتوزيع سوريا 2006 م .

4-فامينسكي ل.ب *المولدات الحرارية الدوارة* س . أ . م . أوكرانيا 2003 م .(باللغة الروسية) .

5-جون غريس *الاستخدام النووي السلمي*. براءة اختراع رقم 5188090الولايات المتحدة الأمريكية . 1993م . (باللغة الروسية) .

6-معن خلف المخلف ، نورس عماد الحاج تبن *دراسة تجريبية لإمكانية تسخين المياه بالطريقة الميكانيكية* مجلة جامعة حلب 2009 م .

7-د. هيثم أسمر ، د. محمد علي *التدفئة والتهوية الصناعية* منشورات جامعة تشرين1996 م .