# Design, Manufacture and Test of an Instrument for Heat Recovery from Exhaust Gas and Reduce Air Pollution

***By***

*Nabil Galal Kobessi Hussein*

***BSC in Mechanical Engineering, Zagazig University,1982***

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment**
**of The Requirement For The Master Degree**
**In**
**Environmental Science**

**Department of Enviromental Engineering**
**Institute of Enviromental Studies & Research**
**Ain Shams University**

**2010**

# Approval Sheet

# Design, Manufacture and Test of an Instrument for Heat Recovery from Exhaust Gas and Reduce Air Pollution


***By***

*Nabil Galal Kobessi Hussein*

***BSC in Mechanical Engineering, Zagazig University,1982***


This Thesis Towards A Master Degree In Environmental Science Has been approved by:

Signature

1. **Prof. Dr. Adel Abd El Malk El Ahwany**
   *Prof. of MechanicalEngineering, Ain Shams University, Cairo Egypt*

2. **Prof. Dr. Mahmoud Mohamed Abo El-Nasr**
   *Professor of Mechanical Engineering and Vice Dean, Ain Shams University, Cairo Egypt.*

3. **Prof. Dr. Mohamed Abo EL Enen El-Samanody**
   *Professor of Mechanical Engineering , Ain Shams University, Cairo Egypt*

4. **Prof. Dr. Ramadan Abd El-Aziz Amer**
   *Professor of Mechanical Engineering ,Shubra University Cairo Egypt*

# Design, Manufacture and Test of an Instrument for Heat Recovery from Exhaust Gas and Reduce Air Pollution


***By***

*Nabil Galal Kobessi Hussein*

***BSC in Mechanical Engineering, Zagazig University,1982***


**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment**
**of The Requirement For The Master Degree**
**In**
**Environmental Science**
Department of Enviromental Engineering

**Under the Supervision of :** Signature

1. **Prof. Dr. Mahmoud Mohamed Abo EL-Nasr**
   *Professor of Mechanical Engineering and Vice Dean ,*
   *Ain Shams University , Cairo Egypt.*

2. **Prof. Dr. Mohamed Abo EL Enen EL-Samanody**
   *Professor of Mechanical Engineering , Ain Shams University,*
   *Cairo Egypt.*

3. **Dr. Eng. Saad Awad Abd El-Rahman Salama**
   *Lecturer of Mechanical Engineering, Specialized studies Academy*
   *Ministry of Higher Education, Cairo, Egypt.*

# تصميم و تصنيع و اختبار جهاز لأسترجاع الحرارة من غازات العادم وتقليل تلوث الهواء

**رسالة مقدمة من الطالب**

**نبيل جلال قبيسى حسين**
بكالوريوس الهندسة الميكانيكية- هندسة شبرا-جامعة الزقازيق1982

**لأستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير**
**فى العلوم البيئية**

**قسم العلوم الهندسية البيئية**
**معهد الدراسات و البحوث البيئية**
**جامعة عين شمس**

**2010**

صفحة الموافقة على الرسالة

# تصميم و تصنيع و اختبار جهاز لأسترجاع الحرارة من غازات العادم وتقليل تلوث الهواء

**رسالة مقدمة من الطالب**

**نبيل جلال قبيسى حسين**
بكالوريوس الهندسة الميكانيكية- هندسة شبرا-جامعة الزقازيق1982

**لأستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير**
**فى العلوم البيئية**
**قسم الهندسة البيئية**

**و قد تمت مناقشة الرسالة والموافقة عليها :** **التوقيع**

**اللجنة :**

**1-أ.د / عادل عبد الملك الأهوانى**
استاذ متفرغ بقسم الهندسة الميكانيكية كلية الهندسة-جامعة عين شمس

**2-أ.د/ محمود محمد أبو النصر**
أستاذ الهندسة الميكانيكية، ووكيل الكلية، جامعة عين شمس، القاهرة مصر

**3-أ.د /محمد أبو العنين السمنودى**
أستاذ الهندسة الميكانيكية، بجامعة عين شمس، القاهرة مصر

**4-أ.د /رمضان عبد العزيزعامر**
أستاذ الهندسة الميكانيكية، هندسة شبرا–جامعة بنها

**2010**

# تصميم و تصنيع و اختبار جهاز لأسترجاع الحرارة من غازات العادم وتقليل تلوث الهواء

**رسالة مقدمة من الطالب**

**نبيل جلال قبيسى حسين**
بكالوريوس الهندسة الميكانيكية- هندسة شبرا-جامعة الزقازيق1982

**لأستكمال متطلبات الحصول على درجة الماجستير**
**فى العلوم البيئية**
**قسم الهندسة البيئية**

**تحت اشراف** **التوقيع**

**1 - أ.د/ محمود محمد أبو النصر**
أستاذ الهندسة الميكانيكية، ووكيل الكلية، جامعة عين شمس، القاهرة مصر

**2 - أ.د /محمد أبو العزين السمنودى**
أستاذ الهندسة الميكانيكية، بجامعة عين شمس، القاهرة مصر

**3 - د/ سعد عواد عبد الرحمن سلامة**
مدرس الهندسة الميكانيكية باكاديمية الدراسات المتخصصة، وزارة التعليم العالي، القاهرة، مصر

**ختم الأجازة**

**اجيزت الرسالة بتاريخ / /2010**

**موافقة مجلس المعهد** **موافقة مجلس الجامعة**

**/ /2010** **/ /2010**

# المستخلص


يهدف هذا البحث في ذلك الإطار إلى رصد تلوث الهواء فى بعد أنحاء مصر ، المصاحب للأنشطة الصناعية وأسباب حدوثه ،أساليب مكافحته عن طريق استخدام بعض الأجهزة المصممة للحفاظ على الجودة البيئية، وفقا للمعايير القياسية ،الاستفادة من غازات العوادم الخارجة في كثير من الأغراض الصناعية كتسخين الهواء ،الماء البارد ،عمليات التجفيف ،الطلاء ،فى المحركات.

وتشمل الدراسة على ما يلى:

قسم تحليلى:

- مراجعة دراسة ما تم نشره في المؤتمرات والدوريات العلمية المتخصصة في موضوع البحث.
- يتعرض لأحتراق الأنواع المختلفة من الوقود والنواتج المسببة لتلوث الهواء والمناطق الأكثر تلوثا في مصر عن طريق كبائن قياسات الأرصاد الجوية.
- الأستفادة من غازات العادم فى تصميم جهاز مبادل حراري حلزون(Swirling Recuperator Cylinder )
- إستنتاج أفضل تصميم من النماذج السابقة لعمل جهاز (Cyclone Scrubber) للحد من الملوثات والنفايات الضارة بالبيئة والمرتبطة بعمليات الأحتراق المختلفة.

قسم معملى :

أولا: تصنيع واختبار جهاز مبادل حراري حلزونى (Swirling Recuperator Cylinder)

يعتمد على البيانات والأبعاد وتزويده بأجهزة القياس المختلفة لقياس درجات الحرارة ومعدلات التدفق.

يتم فيه استخدام غازات العوادم في تسخين الماء والهواء البارد واستخدامه في مختلف الأغراض الصناعية.

ثانيا: يتم فيه الحد من الملوثات التي تنتج(Cyclone Scrubber) تصنيع واختبار جهاز من غازات العوادم وإنتاج عوادم جديدة تكون صديقة للبيئة وعمل تحسينات للوقود المستخدم ونظم الإحتراق ورفع كفاءة التشغيل من أجل المحافظة على الجودة المطلوبة للهواء المحيط بنا.

ولكى نصل الي بيئة صالحة للهواء المحيط بنا يجب أن يتم تحليل النتائج المعملية ومناقشة ما تم انجازه و عمل الأضافات اللازمة الواجب توافرها فى المستقبل للوصول الى أعلى كفاءة ممكنة.

وقد نوقشت النتائج وقدمت مقترحات لبحوث مستقبلة في هذا الموضوع.

## ملخص الرسالة

# تصميم و تصنيع و اختبار جهاز لأسترجاع الحرارة من غازات العادم وتقليل تلوث الهواء

# Design, Manufacture and Test of an Instrument for Heat Recovery from Exhaust Gas and Reduce Air Pollution

**تحتوى الرسالة على سبعة فصول:**

**الفصل الأول- و يتضمن المقدمة (Introduction)**

تحتوي علي نظرة عامة عن التلوث و كذلك مصادر التلوث و نسبة التلوث من احتراق المخلفات الصلبة التى تنتج 36%من اجمالى الملوثات وتحتوى غازات العادم على 26 % من اجمالى الملوثات وكذلك انبعاثات المصانع وحرق المخلفات الزراعية فى الهواء التى تبلغ 38 % من اجمالى الملوثات وصولاً إلي مشكلة البحث وهدف البحث ومنهجيته لتخفيض التلوث الحرارى و الحد منة و المحافظة على الصحة العامة و البيئة .

**الفصل الثاني- مراجعة النشرات والمجلات العلمية السابقة (General Literature review)**

يحتوى على ما قدم من أعمال سابقة لكل من أ- المبادلات الحرارية و انواعها

ب- تلوث الهواء بما يحتوية من غازات سامة

ج- السيكلون و الأسكربر و أنواعة .

**الفصل الثالث- ويضمن رصد غا زات العادم (Monitoring Air Pollution )**

و تشمل رصد غازات العادم فى بعض دول العالم و كذلك مصر عن طريق محطات الرصد المنتشرة فى انحاء مصر و مصادر التلوث المختلفة و تأثير هذا التلوث على البيئة و الصحة و رصد نسب الغازات السامة ( ثانى أكسيد الكبريت- أكاسيد النيتروجين-الجزيئات الدقيقة) فى جميع أحياء مصروالمحافظات و مقارنتها عن العام السابق للرصد و قد تم دراسة و مقارنة رصد الغازات من محطة العباسية و محطات اخرى سنة ( 2004-2005) .

**الفصل الرابع- و يتضمن استرجاع الحرارة وإختبار الأجهزة ( Test apparatus )**

و تشمل تصميم و تصنيع و اختبار جهاز مبادل حرارى حلزونى يتم فية استرجاع الحرارة عن طريق استخدام غازات العادم فى عمليات التسخين و التغليف و التجفيف و شرح طريقة أدائة و مميزاتة و استخدامة فى الصناعة .

**الفصل الخامس- و يتضمن (Experimental result of recuperator )**

استخدام النتائج النظرية لجهاز استرجاع الحرارة الحلزونية فى تطبيقها على النتائج المعملية و مقارنة المبادل الحرارى العادى بالمبادل الحرارى الحلزونى و اثبلت ان المبادل الحرارى الحلزونى أكثر كفاءة ب 1.8% من المبادل الحرارى العادى .

**الفصل السادس- و يتضمن جهاز( السيكلون سكربر)**
**(Cyclone Scrubber And Reduction Of Air Pollution From ExhaustGases)**

و تشمل تصميم و تصنيع و اختبار جهاز(_السيكلون- و كذلك طريقة عملة و كيفية معالجة غازات العوادم داخلة عن طريق استخدام مواد صديقة للبيئة للوصول الى الحدود العالمية المسموح بها للملوثات بحيث لا يتبقى منها أى رواسب او مواد تتفاعل مع جسم الجهاز او أى مخلفات تضر بالبيئة .

**الفصل السابع- و يتضمن النتائج و التوصيات**
**(Conclusion and recommendation for future work)**

**النتائج (Conclusion)**

- يزداد التاثير الحرارى المحسن مع ازدياد درجات الحرارة
- تدفق الدومات يساعد على تقليل سمك طبقة الحدود و زيادة فترة بقاء الهواء الساخن فى الأسطوانة الداخلية وكذلك رقم النسلت والرينولد نمبر و معامل الأحتكاك و يعطى سرعات ومعدل تدفق اعلى .
- من الجداول الخاصة بجهاز(_السيكلون- سكربر) وجد ان تركيز نسبة خفض درجة الملوثات السامة فى الغازات من المرحلة اللأولى الى المرحلة الرابعة كالأتى :
- 32% ثانى اكسيد الكربون
- 83% ثانى اكسيد الكبريت
- 36% أكاسيد النتروجين
- عندما تزيد كمية الهواء عن 2( ب أث اى) تزيد نسبة أكاسيد النتروجين و ثانى اكسيد الكربون .

## التوصيات (Recommendation)

- ضرورة استخدام الكهرباء و الغاز الطبيعى لتشغيل السيارات و المصانع و المنازل و البعد عن الوقود اللأيفورى .
- رصد الغازات الملوثة باستمرار و عمل دراسات قبل و بعد بدء المشاريع فى المناطق الصناعية للوقوف على نسبة الملوثات .
- استخدام طاقة الرياح و الطاقة الشمسبة و كذلك المحطات النووية فى توليد الكهرباء بدلا من محطات توليد الكهرباء التى تعمل بالوقود.

- تركيب أجهزة و فلاتر لأمتصاص الغازات السامة و الحد منها على مداخن المصانع و كذلك تركيب جهاز الكتاليت على مخارج العوادم للسيارات .

## Summary

# Design, Manufacture and Test of an Instrument for Heat Recovery from Exhaust Gas and Reduce Air Pollution

This master contains seven chapters:

Chapter I - Introduction :

Contains an overview of pollution as well as sources of air pollution from the combustion of solid waste, which produces 36% of the total pollutants and contain the exhaust gases 26% of the total pollutants, as well as emissions from factories and burning of agricultural residues in the air that 38% of the total pollutants. This research aims and methodology to reduce pollution emissions, reduce and maintain public health and the environment.

Chapter II - (General Literature review)

Contains the presentations of each A- and different types of heat exchangers

B - air pollution as it contains toxic gases

C - types cyclones and scrubbers.

Chapter III - (Monitoring Air Pollution)

Includes the monitoring of exhaust gases in some countries in the world, and Egypt as well as by monitoring stations scattered across Egypt. And discover the sources of air pollution and the impact of this pollution on the environment, health and monitoring rates of toxic gases (sulfur dioxide - nitrogen oxides - fine particles) in all Egypt and compare them from the previous year of monitoring, has been studied [Abbaseyia stations years (2004-2005)].

Chapter IV - Includes heat recovery and test devices (Test apparatus)

and also include the design and manufacture and test (Swirling recuperator heat recovery) is faithful through the use of exhaust gases in the heating processes and packaging, drying and explain how the performance and the advantages and used in industry.

Chapter V - Includes (Experimental result of recuperator)

Use the theoretical results for your swirling recuperator heat recovery in its application to laboratory results and compare between the thermal heat exchanger plain and swirling recuperator and prove that the swirling recuperator more efficient to 1.8% of the heat exchanger plain .

Chapter VI - (Cyclone Scrubber And Reduction Of Air Pollution From Exhaust Gases)

Include the design and manufacture and test a device (cyclone ) as well as the way it works and how to handle the exhaust gases are included through the use of environmentally friendly materials to get to the border allowed global pollutants so that there is any public deposits or materials interact with the body of the device or any residual damage the environment.

Chapter VII - (Conclusion and recommendation)

(Conclusion) :

- The swirling recuperator cylinder heat recovery systems are capable of operating at 700°C with 60% to 80% heat recovery capability.
- It is notice that $Q_{SWERLING}$ is equal 1.8 $Q_{PLAIN}$ .
- Experimental investigation of enhanced effectiveness , heat transfer coefficient and friction factor characteristics of cylinder fitted with twisted ring inserts of different twist ratios has been studied.
- It is observed that the swirl flow helps to decrease the boundary layer thickness of the cold air flow and increase residence time of hot air in the inner cylinder.
- The enhanced effectiveness, Nuselt number and friction factor increase with the decreasing of the twist ratio.
- The partitioning and blockage of the cylinder flow cross-section by the ring, resulted in higher flow velocities.
- .Secondary fluid (air) motion is generated by the ring twist, and the twist mixing improves the convection heat & Reynolds number and decrease pressure drop.
- It is found that the concentration of the poisonous gases decreases by increasing the amount of pressurized air.

(Recommendation) :

The use of special filter to absorb motor and car exhaust and noxious gases.

- The use of electricity or natural gases to move the different types of motors and cars instead of petroleum.
- To use safe and healthy ovens and heaters at homes operating by electricity or natural gases instead of kerosene or burning of fossil fuels.
- To use protective measures against toxic oxides e.g. $SO_2$ and periodic measurements in the place of its generation e.g. petroleum refining, paper and battery manufacturing.
- Avoid the use of food stuff preserved with $SO_2$ and other sulfite salts.
- Inhibit the use of sulfur and carbon particles in the feast playing toys e.g. fire crasher because it is very dangerous on respiratory.
- Vehicle Emissions Abatement by using Electric Vehicles and Biodiesel (used vegetable oils and animal fat).

# ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to God who has made all things beautiful in his time. I am thankful to God for making it possible for me to start and finish this investigation.

My Sincere and profound gratitude goes to my indefatigable supervisors professors :

**Prof.Dr./ Mahmoud Mohamed Abo El- Nasr**

**Prof.Dr./ Mohamed Abo El Enein El-Samanody**

**DR/. Saad Awad Salama**

Their thoughtful pieces of advice , support and wealth of experience have made this work a great success, their insight and guidance will forever be invaluable to me. And for their contributions to this work I want to thank **Mr/ Amin Abd El Latif** for his assistance in preparing the laboratory, testing (Apparatus).

# DEDICATION

This thesis is dedicated to

The soul of my late parents

My Siblings: Nadia , Nagwa, Nasser &Nevein

My Lovely Wife : Samia

My children: Rana, Rasha &Randa

My company :Arab international Optronics Co.

Especially for Chairman : Nabil Amer.

For their Love, Care and Support