Acknowledgment

Many people contributed to this thesis, and I would like to thank them all. My thanks also to **Dr. Andrey Kuleshov** Head of the project of Diesel – RK, **support team** of Diesel – RK for their efforts on this research, And **Prof. Dr. Uzaldin Abdualhussein,** special thanks is due to who provided me his ideas, and suggestions and final supervision **Prof. Dr. Sabir Mohammed Salih**.

Abstract

(NO_x) Is a generic term for mono-nitrogen oxides (NO and NO_2). These oxides are produced during combustion, especially combustion at high temperatures. At ambient temperatures, the oxygen and nitrogen gases in air will not react with each other. In an internal combustion engine, combustion of a mixture of air and fuel produces combustion temperatures high enough to drive endothermic reactions between atmospheric nitrogen and oxygen in the flame, yielding various oxides of nitrogen. In areas of high motor vehicle traffic, such as in large cities, the amount of nitrogen oxides emitted into the atmosphere can be quite significant. When (NO_x) and volatile organic compounds (VOCs) react in the presence of sunlight, they form photochemical smog, a significant form of air pollution, especially in the summer. Children, people with lung diseases such as asthma, and people who work or exercise outside are susceptible to adverse effects of smog such as damage to lung tissue and reduction in lung function. Mono-nitrogen oxides eventually form nitric acid when dissolved in atmospheric moisture, forming a component of acid rain. Refer to this problem; many techniques are created to minimize the (NO_x) emissions from IC engines, one of the most famous techniques used to reduce the (NO_x) is **Exhaust Gas Recirculation** (EGR). The idea of the EGR system is to add some amount of cooled flue gas to mixed with fresh air in the intake manifold, this will tend to decrease the combustion temperature and eliminate the availability of air in the cylinder. Here in this research, a study of performances of IC engine with addition of EGR was carried out.

Chapter two contains some literature review for turbocharger and the parameters that affecting engine performances as compression ratio, pressure ratio and Exhaust gas recirculation, also chapter three holds, how nitrogen oxides forms and description of the EGR system and it classifications, also this chapter contains other emissions control techniques. The data used are obtained from computing software simulation (Diesel – RK), before the study take place a calculations model was derived so as to help and remind the reader with all thermodynamics and combustion relationships. Then a computing program is build, this program will be very helpful for using a different engine specifications. A mathematical relation between (PR, CR, N, EGR, and NO_x) was been created from the data extracted from software, this step is important because it is necessary to compare and evaluate the error of this data with experimental data. The engine parameters are affected when adding the EGR as a brake power will reduces when EGR ratio increases in a same manner the brake thermal efficiency will decreases, also the specific fuel consumption will effected, one of the most interesting characteristics of the engine is the rate of nitrogen oxides production in which is reduces greatly when EGR ratio increases.

الخلاصة

أكاسيد النايتروجين هي غازات ناتجه أثناء إحتراق الوقود في محركات الاحتراق الداخلي, خصوصاً الاحتراق في درجات الحراره العاليه. في درجات الحراره البيئيه فإن الاكسجين والنايتروجين لا يتحدان او يتفاعلان مع بعضهما البعض, حيث تعتبر الظروف المثاليه لإتحادهما هي عند درجات الحراره العاليه التي تتوفر في محركات الاحتراق نتيجة إحتراق الوقود المستخدم مع الاكسجين. في المناطق المأهوله بالسكان كالمدن الكبيره والتي يكون بها أعداد كبيره من السيارات والشاحنات فان كمية الغازات المنبعثه من أكاسيد النايتروجين للجو من العوادم يُمكنُ أنْ تَكُونَ هامّةَ جداً. عندما تتفاعل أكاسيد النيتروجين مع أشعة الشمس يتكون الدخان المضبّبَ وهو شكل هام من أشكال تلوث البيئه والهواء خصوصاً في فصل الصيف مما يسبب بعض أمراض الرئه كالربو. وتتفاعل اكاسيد النايتروجين مع الرطوبه في الجو لتكوين ما يسمي الامطار الحمضيه.

هنالك مجموعه من التقنيات التي تم إستخدامها لتَقليل الإنبعاثات الغازيه مِنْ المحرّكاتِ, أهمها وايسرها هي إعاده دورة لجزء من غازات العادم ليتم خلطها مع الهواء النقي المسحوب بواسطه الشاحن التوربيني ليتم إحتراقه في إسطوانة المحرك. إعادة دوره لجزء من غازات العادم تؤدي لخفض درجات حرارة الاشتعال وخفض كمية الهواء المسحوب بواسطة المحرك, حيث تؤدي بدورها لخفض كميات اكاسيد النايتروجين المنبعثه من العادم.

هذا البحث يهتم في المقام الاول بدراسة أداء المحركات بعد إضافة جزء من غازات العادم. حيث يضم الباب الثاني دراسة لبعض خصائص المحركات المؤثره علي أداءها كنسبة إنضغاط الاسطوانه ونسبة إنضغاط الشاحن التوربيني مع إضافة غازات العادم. الباب الثالث يحتوي ماده ثقافيه عن كيفية تكوين هذه الاكاسيد وإستعراض بعض التقنيات المختلفه والمستخدمه في خفض كميات الغازات المنبعثه من عوادم السيارات. الباب الرابع عباره إستعراض للبرنامج الحاسوبي المستخدم في الحصول علي البيانات المستخدمه للدراسه وهو برنامج روسي يسمي (Diesel – RK) . أما الباب الخامس يحتوي علي دراسة أداء المحرك موضوع البحث وتهتم الدراسه بمدي تأثير القدره المكبحيه الناتجه من المحرك عند إضافة جزء من غاز العادم والاستهلاك النوعي للوقود بالاضافة لكفاءة المحرك الحراريه ونسبة إنخفاض أكاسيد النايتروجين وهي أحد أكثر الخصائص المثيرةِ للدراسه والتي فيها ينخفّضُ تكوينهاً عندما زيادةَ نسبةِ إعادة غازِ عادمِ للمحرك إنخفاضاً كبيراً وملحوظاً.

List of Abbreviations

ANL	Argonne National Laboratory
ARES	Advanced Reciprocating Engine System
BDC	Bottom Dead Centre
CR	Compression Ratio
DPM	Diesel Particulate Matter Emissions
EGR	Exhaust Gas Recirculation
EPA	Environment Protection Agency
ICE	Internal Combustion Engine
TDC	Top Dead Centre
PR	Turbocharger Pressure Ratio
MTU	Michigan Technological University
VNT	Variable Nozzle Turbine
LRS	Long Route System
SRS	Short Route System
VOLs	Volatile Organic Compounds
NAAQS	National Atmospheric Air Quality Standard
PM	Particular Matter
TWC	Three – Way Catalyst
RIT	Retarding Ignition Timing
SCR	Selective Catalytic Reduction
ORNL	Oak Ridge National Laborat

List of the Symbols

S.N	Descriptions	symbols	Units
1	Cylinder Bore	B	m
2	Cylinder stroke	L	m
3	Number of cylinder	n	Number
7	Swept volume	V_s	m^3
8	Clearance volume	V_c	m^3
9	indicated mean effective pressure	$IMEP$	Bar
10	Brake mean effective pressure	$BMEP$	Bar
11	Brake specific fuel consumption	$BSFC$	$kg/KW-s$
12	Specific heat capacity at v=const.	C_v	$KJ/kg-K$
13	Specific heat capacity at p=const.	C_p	$KJ/kg-K$
14	Air mass	m_a	kg
15	Air mass flow	$\dot{m}_a$	kg/s
16	Fuel mass	m_f	kg
17	Fuel mass flow	$\dot{m}_f$	kg/s
18	Volume drawn of air	$\dot{v}$	m^3/s
19	Engine speed	N	rpm
20	Nitrogen oxides	NO_x	ppm
21	Heat supply	Q_{in}	KW
22	Heat reject	Q_{out}	KW
23	Net work output	W_{net}	KW
24	Temperature	T	K
25	Efficiency	η	$Ratio$
26	Indicated thermal efficiency	$\eta_{I.th}$	$Ratio$
27	Brake thermal efficiency	$\eta_{B.th}$	$Ratio$
28	Mechanical efficiency	η_{mech}	$Ratio$
29	Specific heat ratio (gamma)	γ	$Ratio$
30	Cut – off ratio (beta)	r_c	$Ratio$
31	Air fuel ratio (alpha)	A/F	$Ratio$
32	Equivalence ratio	φ	$Ratio$
33	Engine capacity	EC	m^3
34	Calorific value	CV	MJ/kg
35	Indicated power	IP	KW
36	Brake power	BP	KW
37	Friction power	FP	KW
38	Fuel power	Fp	KW
39	Torque	T	$N-m$