การกำจัดก๊าซผสมเจือจาง 2 และ 3 องค์ประกอบของอะเซทัลดีไฮด์ แอมโมเนีย และ ไตรเมทีลเอมีน ในไนโตรเจน โดยใช้เครื่องปฏิกรณ์การเติมอิเล็กตรอนที่อุณหภูมิสูง

นายอภิลักษณ์ เอียดเอื้อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4531-1

REMOVAL OF DILUTE BINARY AND TERTIARY GAS MIXTURE OF ACETALDEHYDE, AMMONIA AND TRIMETHYL AMINE IN NITROGEN USING ELECTRON-ATTACHMENT REACTOR AT HIGH TEMPERATURE

Mr. Apiluck Iad-uea

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-4531-1

Thesis Title	REMOVAL OF DILUTE BINARY AND TERTIARY GAS MIXTURE OF ACETALDEHYDE, AMMONIA AND TRIMETHYL AMINE IN NITROGEN USING ELECTRON-ATTACHMENT REACTOR AT HIGH TEMPERATURE
By	Mr. Apiluck Iad-uea
Field of study	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Associate Professor Tawatchai Charinpanitkul, D.Eng.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of Faculty of Engineering

(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

..... Chairman

(Assistant Professor Vichitra Chongvisal, Ph.D.)

..... Thesis Advisor

(Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.)

..... Thesis Co-advisor

(Associate Professor Tawatchai Charinpanitkul, D.Eng.)

..... Member

(Associate Professor Wongpun Limpaseni, M.Sc.)

..... Member

(Assistant Professor Prasert Pavasant, Ph.D.)

อภิลักษณ์ เอียดเอื้อ : การกำจัดก๊าซผสมเจือจาง 2 และ 3 องค์ประกอบของอะเซทัลดีไฮด์ แอมโมเนีย และไตรเมทีลเอมีน ในไนโตรเจนโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์การเติมอิเล็กตรอนที่อุณหภูมิสูง. (REMOVAL OF DILUTE BINARY AND TERTIARY GAS MIXTURE OF ACETALDEHYDE, AMMONIA AND TRIMETHYLAMINE IN NITROGEN USING ELECTRON-ATTACHMENT REACTORS AT HIGH TEMPERATURE) อาจารย์ที่ปรึกษา: ศ.ดร .วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: รศ.ดร .ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล จำนวนหน้า 296 หน้า

จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการกำจัดก๊าซอะเซทัลดีไฮด์ แอมโมเนียและไตรเมทีลเอมีนออกจากกระแสก๊าซไนโตรเจนโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเติมอิเล็กตรอน ก๊าซเป้าหมายเหล่านี้มีกลิ่นเหม็นและเป็นก๊าซองค์ประกอบของก๊าซที่ปล่อยจากเตาเผาศพที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากก๊าซที่ปล่อยจากเตาเผาศพจะมีทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและไอน้ำผสมอยู่ ดังนั้นปัจจัยที่ทำการศึกษาทดลองได้แก่ ร้อยละของคาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจนและความเข้มข้นของไอน้ำในกระแสก๊าซไนโตรเจน เพื่อให้เข้าใจผลกระทบซึ่งกันและกันระหว่างก๊าซเป้าหมาย การทดลองจะมีทั้งการกำจัดก๊าซเป้าหมายแต่ละชนิดโดดเดี่ยว ก๊าซเป้าหมาย 2 ชนิดพร้อมกัน และทั้ง 3 ชนิดพร้อมกันด้วย ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ผสมอยู่ในก๊าซไนโตรเจนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซเป้าหมายให้สูงขึ้น อนึ่งการมีออกซิเจนผสมอยู่ในก๊าซไนโตรเจนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดก๊าซเป้าหมายให้สูงขึ้นทั้งการกำจัดแบบโดดเดี่ยวและการกำจัดแบบ 2 และ 3 ชนิดพร้อมกัน ส่วนการมีไอน้ำจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดก๊าซเป้าหมายจากก๊าซไนโตรเจนที่อุณหภูมิต่ำ แต่จะลดลงเล็กน้อยที่อุณหภูมิสูง ในกรณีที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ในก๊าซผสมไนโตรเจน ออกซิเจนและไอน้ำ จะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสูงกว่ากรณีที่ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์

อนึ่งกรณีการศึกษาผลกระทบซึ่งกันและกันในการกำจัดก๊าซเป้าหมาย 2 และ 3 ชนิดพร้อมกันพบว่าจำนวนโมเลกุลก๊าซอะเซทัลดีไฮด์ แอมโมเนียและไตรเมทีลเอมีนที่ถูกจับด้วยหนึ่งอิเล็กตรอนเมื่อกำจัดพร้อมกันทั้ง 3 ชนิด จะมากกว่าเมื่อเทียบกับกรณีกำจัดก๊าซเป้าหมาย 2 ชนิดพร้อมกัน นอกจากนี้เพื่อลดการเกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการ การประยุกต์ใช้เครื่องปฏิกรณ์สองตัวต่ออนุกรม ซึ่งใช้เงื่อนไขในการทำงานที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นแนวโน้มที่ดีสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดและการลดการเกิดขึ้นของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการ โดยพบว่า โอโซน และNO_xถูกกำจัดได้ทั้งหมดแต่คาร์บอนมอนอกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อกระแสเพิ่มมากขึ้น

ภาควิชา.....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่อนิสิต.....อภิลักษณ์ เอียดเอื้อ.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมเคมี..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....ศ.ดร. วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล.....

ปีการศึกษา.....2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4470643521 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING

KEY WORD: GASEOUS POLLUTANT / GAS PURIFICATION / ELECTRON ATTACHMENT / CORONA DICHARGE / HIGH TEMPERATURE

APILUCK IAD-UEA : THESIS TITLE. (REMOVAL OF DILUTE BINARY AND TERTIARY GAS MIXTURE OF ACETALDEHYDE, AMMONIA AND TRIMETHYL AMINE IN NITROGEN USING ELECTRON-ATTACHMENT REACTOR AT HIGH TEMPERATURE) THESIS ADVISOR: PROF. WIWUT TANTHAPANICHAKOON, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. TAWATCHAI CHARINPANITKUL, D.Eng, 296 pp. ISBN 974-17-4531-1.

The main objective of this research is to investigate the effect of temperature on the removal of acetaldehyde, ammonia and trimethyl amine gases from N_2 using electron attachment reactor. The target gases are malodorous gaseous components emitted at high temperature from a crematory furnace. Since the emitted gases from a crematory furnace consist of CO_2, O_2 and water vapor, the factors investigated are percentage of coexisting CO_2, O_2 and the concentration of water vapor in the N_2 gas stream. To understand the effect between the target gases, the experiments are carried out both for the separate removal of target gases and the simultaneous removal of 2 and 3 target gases. The experimental results reveal that, it is found that the presence of carbon dioxide does significantly affect the removal efficiency. The higher the CO_2 concentration is employed, the higher the removal efficiency become, the presence of oxygen enhances the removal efficiency of the target gases both in the separate removal of target gases and the simultaneous removal of 2 and 3 target gases. The presence of water vapor enhances the removal efficiency of the target gases from N_2 at low temperature but slightly retards it at high temperature. The presence of CO_2 in nitrogen, oxygen and water vapor mixture has adverse effect on the removal efficiency.

The effects between the target gases on the simultaneous removal of 2 and 3 target gases are investigated. It is found that in the case of the simultaneous removal of 3 target gases, the number of acetaldehyde, ammonia and trimethyl amine gas molecules captured by an electron are higher than in the case of simultaneous removal of these 2 target gases. Furthermore, the application of two independently operated corona-discharge reactors in series is shown to have a good and promise for enhancing the removal efficiency and minimizing the generation of byproducts. It is found that the effluent O_3 and NO_x are removed completely. On the other hand, CO increases, current increases.

Department.....Chemical Engineering..... Student's signature.....Apiluck Iad-uea.....

Field of study.....Chemical Engineering..... Advisor's signature.....W. Tanthapanichakoon.....

Academic year.....2003.....Co-advisor's signature.....T. Charinpanitkul.....

ACKNOWLEDGEMENTS

I am very grateful to my advisor, Prof. Wiwut Tanthapanichakoon, Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University, for his indispensable advice, deep discussion and his encouragement to continue the course of this work. I am also grateful to my co-advisor, Assoc. Prof. Tawatchai Charinpanitkul, for encouragement, advice and friendship. I am very grateful to Assist. Prof. Vichitra Chongvisal, Assoc. Prof. Wongpun Limpaseni, and Assist. Prof. Prasert Pavasant for their stimulative comments and participation as the thesis committee.

I would like to acknowledge the Thailand-Japan Technology Transfer Project (TJTTP-JBIC) and the Thailand Research Fund (TRF). Dr. Noriaki Sano of Himeji Institute of Technology and Prof. Hajime Tamon of Kyoto University visited CU and brought research materials here as part of the TJTTP-JBIC. I would like to thank Dr. Sano for his on-the-job training, useful guidance, research assistance, and kindness. It has been a great experience learning a lot of things from him and Prof. Tamon.

The research work received research grant from Thailand Research Fund (High-Temperature Removal of Low-Concentration Multi-Component Air Pollutant Gases Using Electron Attachment Reaction Project). Prof. Wiwut heads the Project and I am one of the half-time research assistants.

I would like to thank Ms. Nattaporn Tonanon, Department of Chemical Engineering, for useful water bath and a lot of suggestions and kindness.

I would like to thank my senior colleagues. Mr. Jintawat Chaichanawong for their training and useful suggestions and Mr. Somchai Mahitthiroch of Bara, Windsor Co.Ltd, for his suggestion and information on the analytical instrument.

I would like to thank the Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University for allowing me to setup the experimental apparatus and using the accessories.

Thank you very much to all members of the Particle Technology and Material Processing Laboratory for their warm collaborations and kindness especially Mr. Kajornsak Fuangnawakij who gives me a lot of suggestions.

Finally it is my great wish to express my cordial and deep thanks to my parents for their love and encouragement.

CONTENTS

CONTENTS (CONTINUED) Page

CONTENTS (CONTINUED

CONTENTS (CONTINUED)

CONTENTS (CONTINUED)

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

LIST OF FIGURES (CONTINUED)

NOMENCLATURE

C_{in}	=	inlet concentration [ppm]
$C_{out,0\ mA}$	=	outlet concentration [ppm] when using zero current
$C_{out,Any\ mA}$	=	outlet concentration [ppm] when using non-zero current
$[\,]_{in}$	=	inlet concentration [ppm]
$[\,]_{out}$	=	outlet concentration [ppm]
A	=	cross sectional area [m^2]
D_l	=	anode diameter [m]
D_o	=	cathode diameter [m]
E	=	electric field strength [V m^{-1}]
I	=	discharge current [mA]
N	=	gas density [mol m^{-1}]
N_r	=	number of gas molecules removed per unit time [s^{-1}]
N_{e0}	=	number of emitted electrons per unit time [s^{-1}]
$q_{out,\ 0\ mA}$	=	the molar flow rate at reactor outlet without current [mol s^{-1}]
$q_{out\ at\ any\ mA}$	=	the molar flow rate of at reactor outlet with current [mol s^{-1}]
p	=	total pressure [atm]
P	=	power consumption [W]
R	=	radial distance from the cylindrical axis [m]
R	=	gas constant [0.082057 dm^3 atm K^{-1} mol^{-1}]
T	=	temperature [^oC]
SV	=	space velocity [hr^{-1}]
V	=	discharge voltage [V]
V_r	=	effective volume of the corona discharge reactor [m^3]
θ	=	mean residence time [s]
$\langle \upsilon \rangle$	=	superficial velocity [m/s]
ψ	=	apparent removal efficiency [-]
ψ'	=	removal efficiency excluding adsorption effect [-]
ψ''	=	removal efficiency per unit residence time [-]
ψ_{elec}	=	electron-based efficiency [-]
ψ_{ener}	=	energy-based efficiency [mol gas $.J^{-1}$]