ETHYLENE EPOXIDATION IN A LOW-TEMPERATURE CORONA DISCHARGE SYSTEM: EFFECT OF DISTANCE BETWEEN PLATE ELECTRODE AND ETHYLENE FEED POSITION

Sirirath Yaowapong-aree

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
2011

Thesis Title:	Ethylene Epoxidation in a Low-Temperature Corona Discharge System: Effect of Distance between Plate Electrode and Ethylene Feed Position
By:	Sirirath Yaowapong-aree
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong
	Prof. Sumaeth Chavadej

Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

.....
(Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....
(Prof. Sumaeth Chavadej)

.....
(Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut)

.....
(Dr. Nongnuch Rueangjitt)

ABSTRACT

5273020063: Petroleum Technology Program
Sirirath Yaowapong-aree: Ethylene Epoxidation in a Low-Temperature Corona Discharge System: Effect of Distance between Plate Electrode and Ethylene Feed Position
Thesis Advisors: Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Prof. Sumaeth Chavadej, 56 pp.
Keywords: Epoxidation/ Ethylene Oxide/ Corona Discharge/C_2H_4 Feed Position

Ethylene oxide (C_2H_4O, EO) is an important industrial chemical. Its major use is in the production of ethylene glycol. It can also be used to produce detergents by a process called ethoxylation, sterilants for foodstuffs, sterilants for medical equipment and supplies, solvents, antifreezes, adhesives, and cosmetics. Therefore, the ethylene epoxidation is a very important process for ethylene oxide production. In this work, the epoxidation of ethylene in a low-temperature corona discharge system was studied to improve the ethylene epoxidation performance using the corona discharge system by initially producing an O_2 plasma prior to reacting it with ethylene, which was fed into the system at various positions of the plasma zone. Various operating parameters, including distance between plate electrode and C_2H_4 feed position, O_2/C_2H_4 feed molar ratio, applied voltage, input frequency, total feed flow rate, and gap distance between pin and plate electrodes, were optimized. It was found that the highest EO yield of 1.76% was achieved under the operating conditions of a distance between plate electrode and C_2H_4 feed position of 0.2 cm, an O_2/C_2H_4 feed molar ratio of 1:2, an applied voltage of 18 kV, an input frequency of 500 Hz, a total feed flow rate of 100 cm^3/min, and an electrode gap distance of 10 mm. Under these optimum conditions, the power consumption was found to be as low as 6.07 $x10^{-16}$ Ws/molecule of EO produced.

บทคัดย่อ

ศิริรัตน์ เยาวพงษ์อารีย์: ปฏิกิริยาอีพอกซิเดชันของเอธีลีนภายใต้ระบบพลาสมาอุณหภูมิต่ำชนิดโคโรนาดิสชาร์จ: ผลของระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าแบบแผ่นและตำแหน่งป้อนก๊าซเอธีลีน (Ethylene Epoxidation in a Low-Temperature Corona Discharge System: Effect of Distance between Plate Electrode and C_2H_4 Feed Position) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ธรรมนูญ ศรีทะวงศ์ และ รศ. ดร. สุเมธ ชวเดช 56 หน้า

เอธีลีนออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นกลางที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น เอธีลีนไกลคอล, สารต้านจุลชีพสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารและอุปกรณ์ทางการแพทย์, ตัวทำละลาย, สารต้านการเยือกแข็ง, สารที่ใช้สำหรับการเชื่อมติด, และเครื่องสำอาง ด้วยเหตุนี้กระบวนการอีพอกซิเดชันของเอธีลีนไปเป็นเอธีลีนออกไซด์จึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการผลิตเอธีลีนออกไซด์ ในงานวิจัยนี้กระบวนการอีพอกซิเดชันของเอธีลีนถูกทำการทดลองในเครื่องปฏิกรณ์พลาสมาชนิดโคโรนาดิสชาร์จ ซึ่งได้ถูกปรับปรุงลักษณะเครื่องปฏิกรณ์เพื่อพัฒนากระบวนการอีพอกซิเดชันโดยเริ่มทำให้เกิดออกซิเจนพลาสมาก่อนที่จะทำปฏิกิริยากับเอธีลีนที่ใส่เข้าไปในระบบที่ตำแหน่งต่างๆของอาณาเขตพลาสมา ตัวแปรต่างๆที่ทำการศึกษาได้แก่ ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าแบบแผ่นและตำแหน่งป้อนก๊าซเอธีลีน อัตราส่วนโดยโมลของออกซิเจนต่อเอธีลีน ความต่างศักย์ไฟฟ้า ความถี่ไฟฟ้า อัตราการไหลของสารตั้งต้น และระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า จากการทดลองพบว่าผลได้ของเอธีลีนออกไซด์มีค่ามากที่สุด 1.76 เปอร์เซ็นต์ เมื่อดำเนินการระบบภายใต้สภาวะดังต่อไปนี้ ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าแบบแผ่นและตำแหน่งป้อนก๊าซเอธีลีน 0.2 เซนติเมตร อัตราส่วนโดยโมลของออกซิเจนต่อเอธีลีน 0.25:1 ความต่างศักย์ไฟฟ้า 18 กิโลโวลต์ ความถี่ไฟฟ้า 500 เฮิรด์ซ อัตราการไหลของสารตั้งต้น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที และระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้า 1 เซนติเมตร ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว พลังงานที่ใช้ในการผลิตเอธีลีนออกไซด์มีค่า เท่ากับ 6.07×10^{-16} วัตต์วินาทีต่อโมเลกุลของเอธีลีนออกไซด์ที่ผลิตได้

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been memorable, interesting, and enjoyable experience. This work would not have been possible without the assistance of the following individuals and organization.

First of all, the author would like to thank Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Prof. Sumaeth Chavadej, who provided useful recommendations, creative comments, and encouragement throughout the course of my research work.

The scholarship and funding of this thesis work were provided by the Ratchadapisek Somphot Endowment Fund, Chulalongkorn University, Thailand and the Sustainable Petroleum and Petrochemicals Research Unit, Center for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University, Thailand.

I deeply appreciate and thank Ms. Thitiporn Suttikul, Mr. Anothai Tansuwan, and Mr. Thanapoom Suwannabat for their valuable suggestions throughout this research work.

I would like to take this opportunity to thank all of my PPC friends for their friendly assistance, cheerfulness, creative suggestions, and encouragement. I had the most enjoyable time working with all of them.

Finally, I am also greatly indebted to my parents and my family for their support, love, and understanding.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**