# METHANE REFORMING WITH CARBON DIOXIDE OVER A TUNGSTEN FILAMENT

Ms. Pailin Ngaotrakanwiwat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
and Case Western Reserve University
1998

ISBN 974-638-469-4

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | : Methane Reforming with Carbon Dioxide over a Tungsten Filament |
| **By** | : Ms. Pailin Ngaotrakanwiwat |
| **Program** | : Petrochemical Technology |
| **Thesis Advisors** | : Prof. Erdogan Gulari<br>Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat<br>Dr. Thirasak Rirksomboon |

---

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

..... Director of the College
(Prof. Somchai Osuwan)

**Thesis Committee**

.....
(Prof. Erdogan Gulari)

.....
(Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat)

.....
(Dr. Thirasak Rirksomboon)

.....
(Dr. Sumaeth Chavadej)

# ABSTRACT

##961013 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM

KEY WORDS : Methane reforming/Tungsten filament

Pailin Ngaotrakanwiwat : Methane Reforming with Carbon Dioxide over A Tungsten Filament. Thesis Advisors : Prof. Erdogan Gulari, Assoc. Prof. Kunchana Bunyakiat, and Dr. Thirasak Rirksomboon, 47 pp. ISBN 974-638-469-4

Carbon dioxide ( $CO_2$ ) reforming of methane ( $CH_4$ ), with assistance of a catalyst, can produce synthesis gas with a low hydrogen ( $H_2$ ) to carbon monoxide ( CO ) ratio which is desirable for many industrial processes. Both $CH_4$ and $CO_2$ contribute to the greenhouse effect. The reforming reaction is therefore important for environmental implications as well. In this study, a tungsten wire having 0.25 mm in diameter and 250 mm in length was used as a catalyst. The wire was placed in a horizontal quartz reactor and heated with DC power in order to raise its temperature. The reactant gases with $CO_2/CH_4$ feed ratios of 0.3-3 were introduced into the reactor for wire temperature range of 863-983 K. It was found that an increase in $CO_2/CH_4$ ratio at a temperature of 983 K resulted in a higher production of CO than that of $H_2$. At the $CO_2/CH_4$ ratio of unity, higher reaction temperatures in the range of 863-983 K yielded higher CO and $H_2$ production rates. In addition, the activation energies of CO and $H_2$ formation were found to be 56.67 and 53.77 kJ/mol respectively.

# บทคัดย่อ

ไพลิน เงาตระการวิวัฒน์ : การรีฟอร์มก๊าซมีเทนด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนเส้นลวดทังสเตน (Methane Reforming with Carbon Dioxide over A Tungsten Filament) อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. เออโดแกน กูลารี (Prof. Erdogan Gulari) รศ. กัญจนา บุณยเกียรติ และ ดร. ธีรศักดิ์ ฤกษ์สมบูรณ์ 47 หน้า ISBN 974-638-469-4

การรีฟอร์มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ด้วยก๊าซมีเทน ($CH_4$) โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis Gas) ที่มีสัดส่วนของก๊าซไฮโดรเจน($H_2$) ต่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ต่ำ เป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมหลายแขนง ยิ่งไปกว่านั้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนยังก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) ดังนั้นปฏิกิริยาการรีฟอร์มของก๊าซทั้งสองจึงมีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้ใช้ทังสเตน (Tungsten) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ความยาว 250 มิลลิเมตร เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ในเตาปฏิกรณ์แบบขนาน (Horizontal Reactor) ที่ทำจากควอร์ตซ์ โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power) เพิ่มอุณหภูมิของตัวเร่งปฏิกิริยา สัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อก๊าซมีเทนที่ป้อนเข้าเตาปฏิกรณ์อยู่ในช่วง 0.3-3 ที่อุณหภูมิ 863-983 K

จากการทดลองพบว่า การเพิ่มสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อก๊าซมีเทน ที่อุณหภูมิ 983 K เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในปริมาณมากกว่าก๊าซไฮโดรเจน และการเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาในช่วงอุณหภูมิ 863-983 K ที่สัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อก๊าซมีเทนเท่ากับหนึ่ง ให้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนในปริมาณที่มากขึ้น และพบว่าพลังงานกระตุ้น (Activation Energy) ของการเกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์และก๊าซไฮโดรเจนเท่ากับ 56.67 และ 53.77 กิโลจูลต่อโมลตามลำดับ

# ACKNOWLEDGMENTS

This work cannot be successful without the participation of the following individuals and organizations.

I wish to express my utmost appreciation and sincere gratitude to my thesis advisors, Professor Erdogan Gulari, Associate Professor Kunchana Bunyakiat and Dr. Thirasak Rirksomboon, for their valuable suggestions, guidance, time spent discussing on various aspects, and strong encouragement during the thesis work.

I would like to extend my sincere thanks to all of the Professors who guided me through their courses, establishing the knowledge needed for this thesis. I also would like to thank Dr. Sumaeth Chavadej for serving on my thesis committee.

It is a pleasure to acknowledge the Petroleum and Petrochemical College for offering laboratory facilities in the research. All of the staff of the Petroleum and Petrochemical College who contributed in various degrees to the success of this thesis are greatly appreciated.

Very special thanks are forwarded to all of my friends for making me so lively and enjoyable during two years of study. Finally, I would like to express my appreciation to my family for their love, encouragement, and understanding.

# TABLE OF CONTENTS

# LIST OF TABLES

# LIST OF FIGURES

**FIGURE** **PAGE**

**FIGURE** **PAGE**