

**CHARACTERIZATION OF PLATINUM CATALYSTS:  
ADSORPTION AND TEMPERATURE-PROGRAMMED DESORPTION  
OF OXYGENATED COMPOUNDS**

**Mr. Pakornphant Chantaravitoon**

**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**

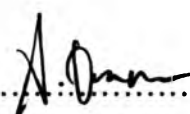
**1997**

**ISBN 974-636-050-7**


**Thesis Title** : Characterization of Platinum catalysts: Adsorption and  
Temperature-Programmed Desorption of Oxygenated  
Compounds  
**By** : Mr. Pakornphant Chantaravitoon  
**Program** : Petrochemical Technology  
**Thesis Advisors** : Prof. Johannes Schwank  
Dr. Sumaeth Chavadej


---


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

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

**Thesis Committee**

  
.....  
( Prof. Johannes Schwank)

  
.....  
( Dr. Sumaeth Chavadej )

  
.....  
( Dr. Thirasak Rirksomboon )

## บทคัดย่อ

ปกรณัมพันธ์ จันทรวิฑูร: การศึกษาคุณลักษณะของสารเร่งปฏิกิริยาแพลตตินัมโดยการดูดซับ และโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับ ของสารที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ (Characterization of Platinum catalyated: Adsorption and Temperature-Programmed Desorption of Oxygenated Compounds) อ.ที่ปรึกษา: ศ.ดร. โจฮันเนส ชววงค์ และ ดร.สุเมธ ชวเดช 29 หน้า ISBN 974-636-050-7

สารเร่งปฏิกิริยาแพลตตินัมบนตัวสนับสนุนอะลูมินาและสารเร่งปฏิกิริยาโลหะคู่แพลตตินัม-ดีบุก ถูกหาคุณลักษณะโดยการดูดซับ และโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับ (Temperature-Programmed Desorption) ของสารถูกดูดซับดังต่อไปนี้: เมทริลอัลกอฮอล์ อะซิโตน และเอทิลอะซิเตท ตัวสนับสนุนอะลูมินาที่ไม่มีสารเร่งปฏิกิริยาไม่เกิดสเปกตร้าของโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าตัวสนับสนุนอะลูมินานี้เป็นตัวเฉื่อยและไม่มีปฏิกิริยากับสารถูกดูดซับ การให้ไฮโดรเจนผ่านสารเร่งปฏิกิริยาก่อนการทดลองอาจจะป้องกันการเกิดปฏิกิริยาของอะลูมินา ดังนั้นการกระทำของอะลูมินาไม่มีผลต่อสารเร่งปฏิกิริยาสำหรับสารเร่งปฏิกิริยาแพลตตินัมบนอะลูมิเนียมออกไซด์ และ แพลตตินัม-ดีบุกบนอะลูมิเนียมออกไซด์ที่ดูดซับสารถูกดูดซับที่อุณหภูมิห้องแสดงกราฟโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับซึ่งชี้ให้เห็นถึงการสลายตัวของสารถูกดูดซับเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิ เปรียบเทียบแพลตตินัมบนอะลูมิเนียมออกไซด์กับสารเร่งปฏิกิริยาที่ประกอบด้วยดีบุกแสดงถึงความแตกต่างที่เด่นชัดในกราฟของโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับ การเพิ่มของดีบุกในสารเร่งปฏิกิริยาอาจจะเป็นผลในการสร้างความแตกต่างของชนิดของตำแหน่งการดูดซับซึ่งทำให้เกิดการเพิ่มอุณหภูมิของตำแหน่งสูงสุดของโปรแกรมการเพิ่มอุณหภูมิเพื่อการหลุดจากผิวดูดซับ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มของดีบุกอาจจะเปลี่ยนแปลงกลไกของการสลายตัว ทำให้เกิดสารผลิตภัณฑ์ที่ความแตกต่างกัน ซึ่งทำให้หลุดจากผิวดูดซับที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน

**ABSTRACT**

##951007 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY

KEYWORD : CHARACTERIZATION / PLATINUM / TPD

PAKORNPHANT CHANTARAVITON:

CHARACTERIZATION OF PLATINUM CATALYSTS:

ADSORPTION AND TEMPERATURE-PROGRAMMED

DESORPTION OF OXYGENATED COMPOUNDS. THESIS

ADVISORS: PROF. JOHANNES SCHWANK AND

DR. SUMAETH CHAVADEJ 29 pp. ISBN 974-636-050-7

Alumina supported platinum and bimetallic platinum-tin catalysts were characterized by adsorption and temperature-programmed desorption (TPD) using the following adsorbates: methyl alcohol, acetone, and ethyl acetate. The blank alumina support did not give any measurable TPD spectra, indicating that the support was inert and did not interact with the adsorbates. Pretreatment in hydrogen may have prevented dehydration of the alumina, thus rendering it inactive as dehydrated catalyst. The Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Pt-Sn/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts adsorbed significant amounts of the three adsorbates at room temperature and gave TPD profiles indicating decomposition of the adsorbates with increasing temperature. Comparison of Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to Pt-Sn/ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts showed remarkable differences in the TPD profiles. Addition of tin may result in the creation of different types of adsorption sites, giving rise to shift in the TPD peaks. However, it cannot be concluded that the addition of Sn also modifies the mechanism of decomposition, leading to the formation of different products which, in turn, would desorb at different temperatures.

## ACKNOWLEDGMENTS

I would like to express my deepest gratitude to Prof. Johannes Schwank at the Department of Chemical Engineering, the University of Michigan, Ann Arbor, who took much care in guiding and encouraging me devotedly and enthusiastically from the beginning to the end of this work. I am particularly thankful to Dr. Sumaeth Chavadej for his supervision and many helpful suggestions. I also would like to acknowledge Dr. Thirasak Rirksomboon who is on my thesis committee.

I would like to express my great appreciation to all doctoral students at the University of Michigan, Ann Arbor who helped and gave useful comments.

Unforgettable thanks are forwarded to all professors who taught me and helped to establish the knowledge used in this work through their courses. I am also greatly indebted to the teachers and the staff of the College who contributed in various degrees to the success of my thesis. I sincerely thank my unforgettable friends for making me so lively and enjoyable within two years of study.

Finally, I would like to express my most sincere gratitude to my parents for their love, encouragement, and measureless support.

**TABLE OF CONTENTS**

<b>CHAPTER</b>	<b>PAGE</b>
Title page	i
Abstract	iii
Acknowledgments	v
Table of Contents	vi
List of Tables	viii
List of Figures	ix
<b>I INTRODUCTION</b>	
1.1 Introduction	1
1.2 Research Objective	4
<b>II LITERATURE REVIEW</b>	
2.1 Background	5
2.2 Theory	9
2.2.1 Theory of TPD (Temperature-Programmed Desorption)	9
2.2.2 Theory of TPR (Temperature-Programmed Reaction)	12
<b>III EXPERIMENTAL SECTION</b>	
3.1 Studied Catalysts	13
3.2 Studied Gases and Volatile Organic Compounds (VOCs)	14
3.3 Experimental Apparatus	14
3.3 Experimental Procedures	16
3.3.1 Pulse Chemisorption	16
3.3.2 Temperature-Programmed Desorption (TPD)	16

<b>CHAPTER</b>	<b>PAGE</b>
IV RESULTS AND DISCUSSION	
4.1 TPD profile of Methyl Alcohol	18
4.2 TPD profile of Acetone	21
4.3 TPD profile of Ethyl acetate	23
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	25
REFERENCES	26
CURRICULUM VITAE	29

**LIST OF TABLES**

<b>TABLE</b>	<b>PAGE</b>
3.1 Metal loading and chlorine level of catalyst samples	13



**LIST OF FIGURES**

<b>FIGURE</b>	<b>PAGE</b>
3.1 Schematic flow diagram of the Micromeritics TPD/TPR 2900	15
4.1 Temperature-Programmed Desorption of methyl alcohol	20
4.2 Temperature-Programmed Desorption of acetone	22
4.3 Temperature-Programmed Desorption of ethyl acetate	24