EXERGY ANALYSIS FOR A PETROLEUM REFINERY

Mr. Saran Umpuch

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,
and Case Western Reserve University
2000

ISBN 974-334-147-1

Thesis Title	:	Exergy Analysis for a Petroleum Refinery
By	:	Mr. Saran Umpuch
Program	:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors	:	Prof. Frank R. Steward
		Asst. Prof. Thirasak Rirksomboon
		Dr. Anusorn Sangnimnuan

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

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

Thesis Committee :

.....
(Prof. Frank R. Steward)

.....
(Asst. Prof. Thirasak Rirksomboon)

.....
(Dr. Anusorn Sangnimnuan)

.....
(Prof. Somchai Osuwan)

บทคัดย่อ

นายศรัณย์ อัมพุช : การวิเคราะห์เอกซ์เซอจีในโรงกลั่นน้ำมัน (Exergy Analysis for a Petroleum Refinery) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. แฟรงค์ อาร์ สจ๊วด ผศ. ดร. ธีรศักดิ์ ฤกษ์สมบูรณ์ และ ดร.อนุสรณ์ แสงนิ่มนวล 126หน้า ISBN 974-334-147-1

การวิเคราะห์เอกซ์เซอจีเป็นวิธีการใหม่ในการหาประสิทธิภาพทางเทอร์โมไดนามิกของกระบวนการความร้อนและกระบวนการเคมี โดยใช้หลักของกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิค ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลในการศึกษาจากโรงกลั่นน้ำมันที่สองของโรงกลั่นน้ำมันบางจากซึ่งประกอบด้วย9หน่วยการผลิตและใช้โปรแกรมProvision IIช่วยในการคำนวณ จากการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพทางเทอร์โมไดนามิคของโรงกลั่นน้ำมันนี้ประมาณ30เปอร์เซ็นต์และในหน่วยการผลิตที่มีเตาเผาจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าหน่วยการผลิตอื่น แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพได้ถูกเสนอไว้สามแนวทางคือ 1)ลดอัตราส่วนป้อนกลับของหอกลั่นบางตัว, 2)เพิ่มอุณหภูมิของอากาศโดยใช้ความร้อนจากเตาเผา, 3)ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแทนเตาเผาในหน่วยแคทตาไลติกรีฟอรม์มิ่ง

ABSTRACT

4171026063: PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM
KEYWORD: Exergy analysis/ Petroleum refinery

Saran umpuch: Exergy Analysis for a Petroleum Refinery. Thesis advisors: Prof. Frank R. Steward, Asst. Prof. Thirasak Rirksomboon, and Dr. Anusorn Sangnimnuan 126 pp, ISBN 974-334-147-1

The aim of exergy analysis is to detect and evaluate quantitatively thermodynamic imperfection of the process under consideration. Therefore, exergy analysis can indicate the possibility of thermodynamic improvement of the process, but only an economic analysis can decide the expediency of a possible improvement. In this work, exergy analysis was implemented on plant2 which is one of the complexes in the Bangchak refinery. The complex consisted of 9 units in total. The exergetic efficiency of the overall and individual units was determined using the operating plant data in associate with a Provision II computer program. The results indicate that the exergetic efficiency of the complex is about 30% and the units equipped with furnaces yield lower exergetic efficiency. A number of modifications for thermodynamic improvement of the complex have been proposed as follows: i) to reduce a reflux ratio of distillation column, ii) to preheat air with effluent combustion gas, and iii) to replace a furnace with a high pressure steam heat exchanger in Catalytic Reforming Unit.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to gratefully give special thanks to his advisor, Professor Frank R. Steward for his constructive criticism and valuable suggestions. He is also deeply indebted to his co-advisor, Assistant Professor Thirasak Rirksomboon for his intensive suggestions, valuable guidance and vital help throughout this research work.

He greatly appreciates all the Petroleum and Petrochemical College faculty members especially Dr. Kittipat Siemanond who has suggested about pinch technology knowledge.

He wishes to express his thanks to all of Bangchak Refinery staff who have given data and explained him the process under consideration especially Mr. Opart Charuratana, Mr. Kittichai Arpakiattiwong, and Ms. Poradee Veruttanaset. Mr. Veerapat Niratisayakul the Excise Department officer who had supported in laboratory test is also acknowledged. He would like to thank all of his friends and the College staff who gave him endless support.

Finally, the author is deeply indebted to his family for their love, implementation, encouragement, and for being a constant source of inspiration.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER PAGE

CHAPTER **PAGE**

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**

LIST OF SYMBOLS

B	=	Total exergy
B_p	=	Potential exergy
B_k	=	Kinetic exergy
B_{ph}	=	Physical exergy
B_{ch}	=	Chemical exergy
$\sum\Delta B_{gu}$	=	Useful exergy increase in heat reservoir
$-\sum\Delta B_{gf}$	=	Useful exergy loss of feeding heat reservoir (positive if added to system)
B_{au}	=	Exergy in useful product
B_d	=	Exergy delivered to system in feed materials
B_{df}	=	Exergy delivered in driving materials (fuel)
C_p	=	Heat Capacity
H	=	Enthalpy
H_0	=	Enthalpy at reference standard
S	=	Entropy
S_0	=	Entropy at reference standard
P	=	Partial pressure
P_0	=	Reference pressure,1 atmosphere
T	=	Temperature
T_0	=	Reference temperature, 25°C
μ_i	=	Chemical potential of species i
X_i	=	Mole fraction of species i
R	=	Gas constant
γ_i	=	Activity coefficient of species i