AN MILP MODEL FOR HEAT EXCHANGER NETWORK DESIGN OF A CRUDE REFINERY WITH MULTIPLE TYPES OF CRUDE
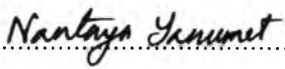
Suppanit Srathongniam

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,

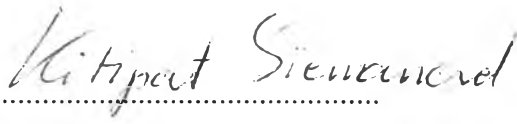Case Western Reserve University and Institut Français du Pétrole
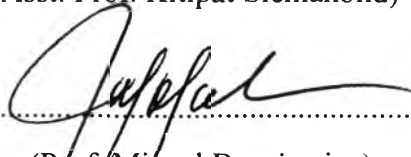
2008

512014

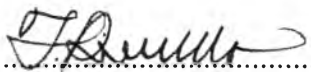|	
Thesis Title:	An MILP Model for Heat Exchanger Network Design of a Crude Refinery with Multiple Types of Crude
By:	Suppanit Srathongniam
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Kitipat Siemanond
	Prof. Miguel Bagajewicz

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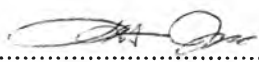
.... *Nantaya Yanumet* .... College Director

(Assoc. Prof. Nantaya Yanumet)

Thesis Committee:

....

(Asst. Prof. Kitipat Siemanond)

....

(Prof. Miguel Bagajewicz)

....

(Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboom)

....

(Dr. Thana Sornchamni)

บทคัดย่อ

ศุภนิตย์ สระทองเนียม: แบบจำลอง MILP เพื่อการออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนของโรงกลั่นเพื่อรองรับใช้งานกับน้ำมันดิบหลายชนิด (An MILP Model for Heat Exchanger Network Design of a Crude Refinery with Multiple Types of Crude) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. กิติพัฒน์ สีมานนท์ และ ศ. ดร. มิเกล บากาเฮวิช 176 หน้า

เนื่องจากราคาของน้ำมันที่สูงขึ้นในปัจจุบัน การลงทุนในภาคธุรกิจต่างๆ จึงมีค่าเพิ่มขึ้นดังนั้นการลดการใช้พลังงานก็เป็นปัจจัยหนึ่งในการลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม หนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานในโรงกลั่นน้ำมันก็คือการออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพ ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นปรับปรุงการใช้พลังงานในโรงกลั่น ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนด้วยกัน ส่วนแรกเป็นการหาศักยภาพในการลดการใช้พลังงานของโรงกลั่นและใช้แบบจำลองเพื่อที่จะออกแบบเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับโรงกลั่น จากการตรวจสอบจาก Composite curve พบว่าเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนของโรงกลั่นใช้พลังงาน 67,536 กิโลวัตต์ และ 9,818 กิโลวัตต์สำหรับพลังงานความร้อนและความเย็นตามลำดับ จุดพินช์ของโรงกลั่นอยู่ที่ 305 องศาเซลเซียสถึง 271.5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าของความแตกต่างของอุณหภูมิที่น้อยที่สุดของโรงกลั่นมีค่าเท่ากับ 33.5 องศาเซลเซียส ผลที่ได้จากการใช้แบบจำลองในการออกแบบเครือข่ายความร้อนพบว่ามีค่าการใช้พลังงานความร้อนเท่ากับ 59,944.74 กิโลวัตต์และพลังงานความเย็นเท่ากับ 2,152.14 กิโลวัตต์ และมีจำนวนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจำนวน 43 เครื่อง

ในส่วนที่สอง จะนำเอาแบบจำลองมาออกแบบเครือข่ายความร้อนและใช้น้ำมันดิบหลายชนิดซึ่งประกอบด้วยน้ำมันดิบ Arabian light, Rebco และ Syrian ในการออกแบบ และจะใช้โปรแกรมโปรทู (PRO II Software) ในการตรวจสอบเครือข่ายที่ได้จากกาออกแบบโดยแบบจำลองอีกครั้ง และหลังจากนั้นจะนำผลที่ได้มาหาเครือข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดีที่สุดที่สามารถใช้ได้กับน้ำมันดิบทั้งสามชนิดนี้

ABSTRACT

Because of the increase of oil prices, capital investment in industry in general has become dramatically higher. It is apparent that energy usage reduction is one factor in decreasing such operating costs in the industrial sector. One of the most effective ways to reduce energy usage in a refinery is to design efficient heat exchanger networks (HENs). This study improved the energy consumption of refinery unit. The procedure was divided into two parts. First, the retrofit potential of refinery was studied in order to find scope of energy saving by pinch analysis and grassroots model of GAMS was applied to design the heat exchanger network for a crude refinery. To check the retrofit potential of the crude refinery, a composite curve was used to confirm the utility consumption. The result showed that the existing network consumed 67,536 kW and 9,818 kW of hot and cold utility, respectively, and pinch point was located at 305°C to 271.5°C where $\Delta Tmin$ is 33.5°C. The result from the grassroots design gave 59,944.74 kW of hot utility usage and 2152.41 kW of cold utility usage with 43 new heat exchangers.

Second, the grassroots design of HENs with multiple types of crude— Arabian light, Rebco and Syrian crude—was done and validated by PRO II software to find the optimal network of refinery.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been a very good experience. It would not have been successful without the assistance of the following individuals and organization.

First, I gratefully acknowledge Prof. Miguel Bagajewicz, and Asst. Prof. Kitipat Siemanond, my advisors, for several enlightens suggestions, discussions, and encouragement throughout the course of my work. This thesis would never have been completed without their consistent help and also Mr. Andres Babaro for supporting grassroots model. This thesis work is partially funded by the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Chulalongkorn University.

I deeply indebted to ARC for supporting data, useful recommendation and encouragement throughout this work.

I would also thank Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon, and Dr. Thana Sorn chamni my thesis committee, for their well-intentioned suggestions and comments is greatly acknowledged.

I would like to take this opportunity to thank all The Petroleum and Petrochemical College's staffs who supported me throughout my thesis works and finally forward my special thanks to my friends and all senior students for their friendly help, cheerfulness and suggestions.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE   **PAGE**