การประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลสี่สถานะของ Guo ในหลุมผลิตที่มีสอง และสามสถานะ

นายไซ โจว โจว ออง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมปิโตรเลียม ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-3896-6

APPLICATION OF GUO'S FOUR-PHASE FLOW MODEL TO TWO-PHASE AND THREE-PHASE FLOW WELLS

Mr. Sai Kyaw Kyaw Aung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Petroleum Engineering
Department of Mining and Petroleum Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2006
ISBN 974-14-3896-6

Thesis Title	APPLICATION OF GUO'S FOUR-PHASE FLOW MODEL TO TWO-PHASE AND THREE-PHASE FLOW WELLS
By	Mr. Sai Kyaw Kyaw Aung
Field of Study	Petroleum Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Suwat Athichanagorn, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Vinit Hansamuit, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.... Dean of the Faculty of Engineering
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman
(Associate Professor Sarithdej Pathanasethpong)

.... Thesis Advisor
(Assistant Professor Suwat Athichanagorn, Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor
(Vinit Hansamuit, Ph.D.)

.... Member
(Jirawat Chewaroungroaj, Ph.D.)

ไซ โจว โจว ออง : การประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลสี่สถานะของ Guo ในหลุมผลิตที่มีสอง และสามสถานะ (APPLICTION OF GUO'S FOUR-PHASE FLOW MODEL TO TWO-PHASE AND THREE-PHASE FLOW WELLS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. สุวัฒน์ อธิชนากร, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : ดร.วินิตย์ หาญสมุทร, จำนวน 123 หน้า, ISBN 974-14-3896-6

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการประยุกต์ใช้แบบจำลองการไหลสี่สถานะของGuo กับแบบจำลองสองสถานะและสามสถานะของการไหลภายใต้สภาวะต่างๆเพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลองดังกล่าว ข้อมูลจำนวน 208 ชุดถูกนำมาใช้ในการคำนวนความดันขณะไหลของก้นหลุมจากความดันขณะไหลของปากหลุมที่ทราบค่าโดยใช้แบบจำลองการไหลสี่สถานะของ Guo และความสัมพันธ์การไหลสหภาคอีก 6 แบบ (Duns and Ros (modified), Hagedorn and Brown, Fancher and Brown, Beggs and Brill, and Duns and Ros (original)) จากนั้นจึงปรับแต่งและประเมินผลเพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง ตัวประกอบที่ถูกนำมาปรับแต่งนี้ ได้แก่ ตัวประกอบการอัดตัวได้ของก๊าซ (Z) ,อัตราส่วนของก๊าซในน้ำมันต่อน้ำมัน (R_s), ตัวประกอบปริมาตรของน้ำมัน (B_o) และ การคำนวณความดันสูญเสียย่อยในส่วนต่างๆของท่อ จากนั้นแบบจำลอง Guo ที่ถูกปรับแต่งบนพื้นฐานของการปรับแต่งหลายๆแบบรวมกันถูกนำมาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์อื่นอีก 6 ความสัมพันธ์ที่กล่าวมา จากการเปรียบเทียบพบว่าค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ผิดพลาดของแบบจำลองGuoที่ถูกปรับแต่งด้วยตัวประกอบการอัดตัวได้ของก๊าซสำหรับการไหลของก๊าซจะดีกว่าแบบจำลองของGuoที่ถูกปรับแต่งแบบอื่นๆและความสัมพันธ์การไหลสหภาคทั้ง 6ความสัมพันธ์ดังกล่าว ยกเว้นความสัมพันธ์ Duns and Ros (ปรับแต่ง) และความสัมพันธ์ Duns and Ros(ดั้งเดิม) ดังนั้นแบบจำลองที่ถูกปรับแต่งในการศึกษานี้สามารถนำมาใช้ได้ด้วยความแม่นยำสูง

ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม	ลายมือชื่อนิสิต........................
สาขาวิชาวิศวกรรมปิโตรเลียม	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา........................
ปีการศึกษา 2549	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม........................

4671638821 : MAJOR PETROLEUM ENGINEERING

KEY WORD : /GUO'S MODEL/MODIFICATIONS/MULTIPHASE FLOW

SAI KYAW KYAW AUNG. THESIS TITLE : APPLICATION OF GUO'S FOUR-PHASE FLOW MODEL TO TWO-PHASE AND THREE-PHASE FLOW WELLS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUWAT ATHICHANAGORN, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : VINIT HANSAMUIT, Ph.D. 123pp. ISBN 974-14-3896-6

This study is intended to investigate the applicability of Guo's four-phase flow model to two-phase and three-phase flow wells under different conditions and improve its accuracy. Two hundred and eight data sets were used to calculate the bottomhole flowing pressure (BHFP) from the known wellhead flowing pressure (WHFP) by Guo's four-phase flow model and six other multiphase flow correlations (Duns and Ros (modified), Hagedorn and Brown, Fancher and Brown, Beggs and Brill, and Duns and Ros (original)). Then, modifications were tried and evaluated in order to improve the model's accuracy. These modifications are improving the tuning factor, inclusion of gas compressibility factor (Z), solution gas-oil ratio (R_s), and oil formation volume factor (B_o), and incremental calculation of pressure losses. Then, the modified Guo's models based on different combinations of modifications were compared against the other six multiphase flow correlations. In the comparison, it can be seen that the average absolute error of Guo's model modified with the Z factor tuning for gas flow rate is better than the other modified Guo's models and multiphase flow correlations except Duns and Ros (modified) correlation and Duns and Ros (original) correlation. Therefore, the modified model proposed in this study may be used with high accuracy.

Department of Mining and Petroleum Engineering	Student's signature.........................
Field of study: Petroleum Engineering	Advisor's signature.........................
Academic year: 2006	Co-advisor's signature.........................

Acknowledgments

First of all, I would like to express my deep thanks to Brigadier General Lun Thi, Minister (Ministry of Energy, Union of Myanmar), and all responsible persons from Ministry of Energy (MOE), Energy Planning Department (EPD) and Myanma Oil and Gas Enterprise (MOGE) for their agreement and permission to study at Chulalongkorn University, Thailand.

I would like to express my graceful thanks to Assistant Professor Dr. Suwat Athichanagorn, my thesis advisor, for useful and invaluable advices, criticisms, and broad views for this work. I also am gratefully thanks to Dr. Vinit Hansamuit, my co-advisor, Manager (PTTEPI Ltd.), for his invaluable comments, recommendations, permission and encouragement for the use of the PROSPER program.

I would like to thank to PTTEP International Limited and Department of Mining and Petroleum Engineering, Chulalongkorn University for providing financial support.

Thanks to everyone in the Department of Mining and Petroleum Engineering for the good time together when we was studied.

I wish to give my special thanks to Mr. Thakerngchai Sangvaree, Associate Engineer (PTTEPI Ltd.) and everyone in the Bongkot Asset at PTTEPI Limited for the study and important knowledge of the PROSPER program, and their friendly assistance.

I would like to express my deep appreciation to my parents and family who give me their sympathy, endless love, encouragement, and support.

I wish to thank the thesis committee members for their comments and recommendations.

Contents

Chapter **Page**

List of Tables

Table **Page**

Table **Page**

Table **Page**

List of Figures

Figure **Page**

Nomenclature

A	cross-section area
B	formation volume factor
d_H	hydraulic diameter
e	wall roughness
f	Moody friction factor
F_{LHU}	tuning factor for liquid holdup
g	gravity force
GLR	gas-liquid ratio
H	vertical depth
L	measured depth
P_{wh}	wellhead pressure
P_{hy}	hydraulic pressure
Q_{gs}	gas rate at standard conditions (14.7 psia, 60 °F)
Q_s	volumetric flow rate of solid
Q_w	water production rate
Q_o	oil production rate
R_s	solution gas oil ratio
R_{sw}	solution gas water ratio
S_g	specific gravity of gas
S_o	specific gravity of oil
S_s	specific gravity of solid
S_w	specific gravity of produced water
T	average temperature
v	fluid velocity
Z	gas compressibility factor

GREEK LETTER

γ_m	specific weight of mixture

SUBSCRIPTS

g	gas
l	liquid
o	oil
s	solid
w	water