OPTIMIZING COMMINGLE PRODUCTION STRATEGY USING INTEGRATED PRODUCTION MODEL

Mr. Komkrit Jiraratwaro

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

กลยุทธ์การผลิตร่วมที่เหมาะสมโดยใช้การจำลองการผลิตแบบบูรณาการ

นายคมกฤช จิระราชวโร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมปิโตรเลียม ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

Thesis Title	OPTIMIZING COMMINGLE PRODUCTION STRATEGY USING INTEGRATED PRODUCTION MODEL
By	Mr. Komkrit Jiraratwaro
Field of Study	Petroleum Engineering
Thesis Advisor	Suwat Athichanagorn, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Thotsaphon Chaianansutcharit, 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

(Thotsaphon Chaianansutcharit, Ph.D.)

.... Member

(Jirawat Chewaroungroaj, Ph.D.)

คมกฤช จิระราชวโร : กลยุทธ์การผลิตร่วมที่เหมาะสมโดยใช้การจำลองการผลิตแบบบูรณาการ. (OPTIMIZING COMMINGLE PRODUCTION STRATEGY USING INTEGRATED PRODUCTION MODEL) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สุวัฒน์ อธิชนากร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. ทศพล ไชยอนันต์สุจริต, 129 หน้า.

แหล่งไฮโดรคาร์บอนใต้พื้นผิวซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและปริมาณที่จำกัดนั้น จะถูกนำออกมาสู่พื้นผิวเบื้องบนในปริมาณที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้เสมอ ในหลายต่อหลายครั้ง กลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตที่ได้กระทำไปนั้นจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ทำการผลิต และไม่มีโอกาสที่จะได้ทำการตรวจสอบถึงกลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตอื่นๆ ซึ่งอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า การใช้แบบจำลองการผลิตจึงเป็นหนทางหนึ่งที่เป็นไปได้ในการวิเคราะห์ผลของกลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การได้ปริมาณไฮโดรคาร์บอนมากที่สุด งานวิจัยจึงเริ่มด้วยการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการหาค่าเสมือนจริงของรูปแบบค่าการผลิตของแต่ละหลุม เมื่อได้ข้อมูลที่ถูกต้องแล้ว กลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตทั้ง 6 วิธี จะถูกนำมาใช้กับทุกๆหลุมผลิต เพื่อทำการวิเคราะห์หาผลลัพท์ที่อาจแตกต่างออกไป กลยุทธ์ที่ส่งผลให้ได้การผลิตไฮโดรคาร์บอนในปริมาณมากที่สุดของทุกหลุมผลิต จะถูกนำมาพิจารณาด้วยความสำคัญสูงสุดสำหรับภายในสภาวะแวดล้อมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

ผลของงานวิจัยสามารถบ่งชี้ได้ว่า ไม่มีกลยุทธ์ใดกลยุทธ์หนึ่งที่แน่ชัดที่สามารถทำการผลิตน้ำมันได้ในปริมาณที่มากที่สุด เมื่อมองในแง่ของการผลิตน้ำและแก๊สแล้ว พบว่ากลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่มีการปิดหลุมบางส่วน ให้ผลการผลิตน้ำที่น้อยที่สุด และกลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตจากล่างขึ้นบนทีละชั้น ให้การผลิตแก๊สในปริมาณมากที่สุด เมื่อมองในแง่ของการได้มาของปริมาณเทียบเท่าน้ำมันดิบพบว่า กลยุทธ์การเปิดชั้นการผลิตจากล่างขึ้นบนทีละชั้นให้การผลิตในปริมาณมากที่สุด

ภาควิชา...........วิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม..... ลายมือชื่อนิสิต..

สาขาวิชา.........วิศวกรรมปิโตรเลียม.......................... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..

ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..

##477 16045 21: MAJOR PETROLEUM ENGINEERING
KEYWORD: OPTIMIZING COMMINGLE PRODUCTION STRATEGY USING INTEGRATED PRODUCTION MODEL

KOMKRIT JIRARATWARO: OPTIMIZING COMMINGLE PRODUCTION STRATEGY USING INTEGRATED PRODUCTION MODEL. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SUWAT ATHICHANAGORN, Ph.D., THESIS COADVISOR: THOTSAPHON CHAIANANSUTCHARIT, Ph.D. 129 pp.

The hydrocarbon resources we have at subsurface are limited and hence top priority has always been to get maximum out of it. Many times perforation strategy has been done based on experience, and we have never had a chance to check if other perforation strategies will be able to deliver a better result. Simulation has made it possible to evaluate different perforation strategies in order to achieve the highest ultimate hydrocarbon recovery. In this study, reservoir models were built based on history matching on the production profiles using integrated production model. Then, six perforation strategies are applied to the same well in order to see the difference. The strategy delivering the highest oil recovery for most wells will be considered top performer for the environment in which the research is based on.

The results obtained indicate that no single strategy appears to consistently deliver the highest ultimate oil recovery. For the recovery of water and gas, the actual perforation that include plug and patches yields the lowest water recovery and the bottoms up perforation yields the highest gas recovery. Regarding BOE recovery, bottom up perforation is the most favorable.

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

Acknowledgements

I would like to express my deepest gratitude to my advisor Dr. Suwat Athichanagorn who has been supportive and motivated me throughout this research and made it possible to achieve my objectives. I am very grateful to my co-advisor Dr. Thotsaphon Chaianansutcharit who has given me the opportunity to work at Chevron Offshore Thailand conducting the research and has been an inspiration to me.

I am also very grateful to Mr. Tim Tokar who has guided me and cleared my doubts on various issues, constantly encouraging me and mending my mistakes. I would also like to thank Mr. Chalatpon Boonmeelapprasert for data support and Mr. Nattakit Suntornbura for providing ideas for presentation. I would like to express my gratitude to Chevron's petroleum engineers and petroleum technical assistants for their suggestion and kind support.

To my family, I extend my cordial appreciation especially to my sister Ms. Chawiwan Jiraratwaro for her helpful advice and encouragement me throughout.

I would like to thank Chevron for providing me an opportunity to experience the work environment, enlightening me on many new ideas. It has been a good work experience for me.

CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Page

NOMENCLATURES

A	area of tubing, ft^2
B_g	gas formation volume factor
B_o	oil formation volume factor
B_t	total formation volume factor
B_w	water formation volume factor
c_w	water compressibility
c_f	rock pore volume compressibility
G	initial gas in place
G_{pc}	cumulative gas-cap gas produced
γ_g	gas gravity
h	zone height, feet
J	productivity index
k_o	oil relative permeability, md
m	ratio of gas cap volume to oil volume
n	reciprocal slope of best fit plot of q vs. $\left(\overline{p}^2 - p_{wf}^2\right)$
N_p	cumulative oil production
N	initial oil in place
$\overline{p}$	average reservoir pressure
p	reservoir pressure
p_{wh}	wellhead flowing pressure, psia
p_{wf}	well flowing pressure
p_i	initial pressure
p_R	reservoir pressure
q	flow rate
q_{sc}	the minimum rate, MMscf
q_m	producing rate when $p_{wf} = 0$
r_e	external boundary radius
r_w	well radius
R_p	cumulative production gas-oil ratio
R_s	solution gas-oil ratio

S_w	water saturation
T	temperature, °R
μ_o	oil viscosity, cp
v_{min}	minimum velocity, ft/sec
W_e	cumulative aquifer influx
W_p	total water produced
Z	gas compressibility factor
ρ_o	oil density
β	velocity coefficient, ft^{-1}