ADI METHOD FOR 3-D RESERVOIR SIMULATION

Mr. Harith Janthontapta-one

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

2007

Thesis Title:	ADI method for 3-D Reservoir Simulation
By:	Mr. Harith Janthontapta-one
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Kitipat Siemanond
	Assoc. Prof. Chintana Saiwan

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:

Kitipat Siemanond .....

(Asst. Prof. Kitipat Siemanond)

Chintana Saiwan .....

(Assoc. Prof. Chintana Saiwan)

.....

(Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon)

B. Kitiyanan .....

(Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan)

ABSTRACT

4673003063: Petroleum Technology Program
Harith Janthontapta-one: ADI method for 3-D Reservoir Simulation. Thesis Advisors: Asst. Prof. Kitipat Siemanond and Assoc. Prof. Chintana Saiwan, 121 pp.
Keywords: Finite difference method/ Alternating-direction implicit method/ Reservoir simulation/ FORTRAN programming

This reservoir simulation is done by a numerical method which is used to predict the amount of natural gas in a reservoir and reservoir lifetime. This thesis work was focused on developing three-dimensional simulation model for a natural gas reservoir. The governing equations of the reservoir model are transient mass transport and Darcy's law. The numerical method, finite difference (FDM) was applied to solve these equations by the alternating-direction implicit (ADI) technique combined with FORTRAN programming. The reservoir model was initially assumed in rectangular, cylindrical and irregular shapes. The model can predict pressure profile and the production rate of the natural gas reservoir. The simulation result was compared to one of commercial software of finite element, FEMLAB, giving the 4.58 and 8.07 % error.

บทคัดย่อ

หฤท จันทรเทพเทวัญ : การสร้างแบบจำลองสามมิติของแหล่งกักเก็บก๊าซธรรมชาติโดยวิธีเอดีไอ (Alternating-Direction Implicit) (ADI method for 3-D Reservoir Simulation) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. กิติพัฒน์ สีมานนท์ และ รศ. ดร. จินตนา สายวรรณ์ 121 หน้า

แบบจำลองแหล่งกักเก็บก๊าซธรรมชาติใช้สำหรับทำนายปริมาณก๊าซธรรมชาติ, อายุของแหล่งกักเก็บ, และ ตำแหน่งของหลุมขุดเจาะ งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสามมิติของแหล่งกักเก็บก๊าซธรรมชาติ สำหรับสมการหลักที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย สมการสมดุลมวล และ สมการของดาร์ซี่ โดยใช้วิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนเชียล ด้วยเทคนิคเอดีไอ ร่วมกับโปรแกรมฟอร์แทรน ซึ่งใช้ทำนายแหล่งกักเก็บรูปทรงสี่เหลี่ยม, รูปทรงกรวย, และ รูปทรงอิสระ แบบจำลองที่ได้สามารถทำนายสภาวะต่างๆของแหล่งกักเก็บก๊าซธรรมชาติ ได้แก่ การกระจายของค่าความดัน และ อัตราการผลิตของก๊าซธรรมชาติ เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองนี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากโปรแกรมสำเร็จรูป หรือเฟมแล็บ พบว่าผลที่ได้จากเฟมแล็บมีค่าความถูกต้องมากกว่าผลที่ได้จากการทดลอง

ACKNOWLEDGEMENTS

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

The author is Harith Janthontapta-one, who is grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; and Postgraduate Education and Research Programs in Petroleum and Petrochemical Technology (PPT Consortium) and the National Research Council of Thailand.

First, I grateful acknowledge Asst. Prof. Kitipat Siemanond and Assoc. Prof. Chintana Saiwan for several enlightening suggestions, discussions, and encouragement throughout the course of my work. This thesis would never have been completed without their consistent help.

I would also thank Assoc. Prof. Thirasak Rirksomboon and Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan, who are also members of my thesis committee for their well-intentioned suggestions and comments, which are gratefully acknowledged.

I would like to take this opportunity to thank all The Petroleum and Petrochemical College staff, who supported me throughout my thesis work and my friends for their friendly help, cheerfulness, and good relationship.

Finally, I would like to express deep appreciation to my parents and my family for their endless support, love, and everything in my life.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER **PAGE**

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES (cont.)

LIST OF SYMBOLS

D	Well diameter, ft.
f_F	Fanning fraction factor.
g	Gravitational acceleration, 32.2 ft/s^2 .
k	Rock permeability, md.
L	Reservoir length, ft.
M	Mass withdraw rate of gas per unit volume, lb_m/ft^3 day.
MW	Molecular weight of gas, lb_m/lb mole.
p	Gas absolute pressure, psi.
p_r	Reservoir pressure, psi.
p_s	Standard pressure, psi.
p_t	Well bore pressure, psi.
p_w	Bottom well pressure, psi.
Q_i	Volume flow rate, MMSCFD.
Q_w	Gas withdrawal rate, MMSCFD.
q_s	The volumetric flow rate per volume at standard condition, $days^{-1}$.
r_e	Equivalent radius of external boundary, ft.
r_w	Well radius, ft.
R	Gas constant.
t	Time, days.
T_s	Standard temperature, °R.
T_r	Reservoir temperature, °R.
W	Reservoir width, ft.
Z	Compressibility factor.
ε	Porosity of the rock formation.
Φ	Gas potential, $(psi)^2/cp$.
μ	Gas viscosity, cp.