EVALUATION OF RESERVOIR PROPERTIES FROM WIRELINE FORMATION TEST IN MULTILAYER RESERVOIR

Miss Duenpen Palasarn

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 974-14-3004-3

การประเมินคุณสมบัติของแหล่งกักเก็บจากการทำไวร์ไลน์ฟอร์เมชันเทสต์ในแหล่งกักเก็บหลายชั้น

นางสาวเดือนเพ็ญ ปาลสาร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมปิโตรเลียม ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ISBN 974-14-3004-3

Thesis Title	EVALUATION OF RESERVOIR PROPERTIES FROM WIRELINE FORMATION TEST IN MULTILAYER RESERVOIR
By	Miss Duenpen Palasarn
Field of Study	Petroleum Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Suwat Athichanagorn, Ph.D.
Thesis Co-advisor	Saifon (Daungkaew) Sirimongkolkitti, Ph.D.

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

DL Lavansiri .... Dean of the Faculty of Engineering

(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman

(Associate Professor Sarithdej Pathanasethpong)

Suwat Athichanagorn .... Thesis Advisor

(Assistant Professor Suwat Athichanagorn, Ph.D.)

.... Thesis Co-advisor

(Saifon (Daungkaew) Sirimongkolkitti, Ph.D.)

.... Member

(Jirawat Chewaroungroaj, Ph.D.)

เดือนเพ็ญ ปาลสาร : การประเมินคุณสมบัติของแหล่งกักเก็บจากการทำไวร์ไลน์ฟอร์เมชันเทสต์ในแหล่งกักเก็บหลายชั้น (EVALUATION OF RESERVOIR PROPERTIES FROM WIRELINE FORMATION TEST IN MULTILAYER RESERVOIR) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สุวัฒน์ อธิชนากร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ดร. สายฝน (ดวงแก้ว) สิริมังคลกิตติ, 135 หน้า, ISBN 974-14-3004-3

การศึกษานี้ ใช้การสร้างแบบจำลองของแหล่งกักเก็บทั้งแบบชั้นเดียวและแบบหลายชั้น จำลองพฤติกรรมของความดันในชั้นหินเมื่อมีการทำไวร์ไลน์ฟอร์เมชันเทสต์ จากนั้น ใช้โปรแกรมประเมินค่าจากการทำทดสอบหลุมมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าคุณสมบัติของชั้นหิน กรณีศึกษาเบื้องต้น เป็นการศึกษาโดยใช้แบบจำลองของแหล่งกักเก็บชั้นเดียว ทำการศึกษาผลกระทบของระยะเวลาในการทดสอบ ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล และค่าความสามารถในการซึมผ่านของของไหลในชั้นหิน จากนั้นทำการศึกษาโดยใช้แบบจำลองของชั้นหินหลายชั้น ศึกษาผลกระทบในลักษณะเดียวกันกับที่ได้กล่าวมาแล้ว แบบจำลองประกอบด้วยชั้นหินที่มีความหนาเท่ากัน จำนวน 2 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะตั้งค่าความสามารถในการซึมผ่านไว้ต่างๆกัน เพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ผลกระทบของความแตกต่างของค่าความสามารถในการซึมผ่านของแต่ละชั้น หลังจากนั้น ค่าเฉลี่ยความสามารถในการซึมผ่านของแหล่งกักเก็บที่ประกอบด้วยชั้นหินหลายชั้นจากวิธีการเฉลี่ยแบบต่างๆ ก็ถูกนำมาศึกษาและเปรียบเทียบเช่นกัน เพื่อประเมินว่าค่าคุณสมบัติต่างๆ ที่ได้จากการทำไวร์ไลน์ฟอร์เมชันเทสต์นั้นสามารถให้ค่าที่ยอมรับได้ ณ สภาวการณ์ใดบ้างภายใต้ความสามารถของอุปกรณ์

ภาควิชา วิศวกรรมเหมืองแร่และปิโตรเลียม ลายมือชื่อนิสิต Duenpen Palasarn
สาขาวิชา วิศวกรรมปิโตรเลียม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา (signature)
ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม (signature)

4671603821 : MAJOR PETROLEUM ENGINEERING
KEY WORD : /PERMEABILITY/WIRELINE FORMATION TEST/
MULTILAYER RESERVOIR

DUENPEN PALASARN. THESIS TITLE : EVALUATION OF RESERVOIR PROPERTIES FROM WIRELINE FORMATION TEST IN MULTILAYER RESERVOIR. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUWAT ATHICHANAGORN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : SAIFON (DAUNGKAEW) SIRIMONGKOLKITTI, Ph.D. 135 pp. ISBN 974-14-3004-3

In this study, a reservoir simulator was used to determine pressure responses from wireline formation tests for single-layer and multilayer reservoirs. Then, a well test interpretation software was used to estimate reservoir parameters. A single layer homogenous reservoir was used as a base case to investigate the effect of test duration, probe position, and formation permeability. Next, multilayer models were simulated and interpreted in order to obtain reservoir properties under different conditions. A reservoir model consisting of two layers of an equal thickness but with different values of permeabilities was constructed in order to determine the effect of the contrast permeability between layers and its order. The averaged permeabilities of multilayer reservoirs based on three averaging techniques were compared to the interpreted results. All the investigations were performed to determine whether the results from WFT conducted in multilayer systems can provide satisfactory information under different reservoir scenarios and tool limitation.

Department: Mining and Petroleum Engineering
Field of Study: Petroleum Engineering
Academic Year: 2006

Student's Signature: Duenpen Palasarn
Advisor's Signature: ....
Co-advisor's Signature: ....

Acknowledgement

I would like to express my graceful thank to Dr. Suwat Athichanagorn, my thesis advisor, for useful discussion and invaluable advice for this work. I also am grateful to Dr. Saifon (Daungkaew) Sirimongkolkitti, Reservoir Domain Champion (Schlumberger BMP.), my co-advisor, for creative suggestion and invaluable advice.

I would like to gratefully thank Mr. Paul Griffin, Mr. Jim Stuart, Paradigm Geotechnology B.V. and Walailuk University for providing reservoir simulation and interpretation software (SimBestII and Interpret2005), data, and guideline used in this work.

I would like to give my special thank to all my classmates in petroleum engineering program, especially Miss Rossawan Chandakaew, for invaluable discussions, encouragement, and friendship.

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

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

Contents

Page

List of Tables

List of Figures

Page

Page

Page

Page

Page

List of Abbreviations

DST	drillstem test
FIT	formation interval tester
FMT	formation multi-tester
FT	formation tester
MDT	modular dynamic formation tester
MST	multiset formation sampler
PTA	pressure transient analysis
RCI	reservoir characterization instrument
RDT	reservoir description tool
RFS	repeat formation sampler
RFT	repeat formation tester
SFT	selective formation tester
SFTT	sequential formation tester
WFT	wireline formation test

Nomenclature

B_{wi}	water initial formation volume factor
c_t	total compressibility
G	geometric mean
H	harmonic mean
k	formation permeability
k_{xyz}	spherical permeability
k_{xy}	horizontal permeability
k_z	vertical permeability
k_z/ k_{xz}	vertical to horizontal permeability ratio
n	number of samples
p_i	initial reservoir pressure
q	flowrate
r_{inv}	radius of investigation
r_s	probe radius
S_p	probe skin factor
t	time
w	weight
$\bar{x}$	arithmetic mean
x_i	samples

GREEK LETTER

μ	fluid viscosity
ϕ	porosity
Δ	difference operator

SUPERSCRIPTS

i	number of samples
n	all number of samples

SUBSCRIPTS

inv	investigation
p	probe
sc	standard condition
t	total
w	water
x	x-direction
y	y-direction
z	z-direction