RESERVOIR CHARACTERISTICS INTERPRETAION BY USING SPECIFIC ENERGY WITH DOWN-HOLE TORQUE AND DRAG

Lertsak Laosripaiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment 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
2015

Thesis Title:	Reservoir Characteristics Interpretation by Using Specific Energy with Down-Hole Torque and Drag
By:	Mr. Lertsak Laosripaiboon
Program:	Petroleum Technology
Thesis Advisors:	Assoc. Prof. Chintana Saiwan
	Dr. Ruktai Prurapark

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

.... College Dean

(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....

(Assoc. Prof. Chintana Saiwan)

....

(Dr. Ruktai Prurapark)

....

(Asst. Prof. Kitipat Siemanond)

....

(Dr. Panithita Vithayasricharoen)

ABSTRACT

5673013063: Petroleum Technology Program

Lertsak Laosripaiboon: Reservoir Characteristics Interpretation by Using Specific Energy with Down- Hole Torque and Drag

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Chintana Saiwan, and Dr. Ruktai Prurapark 68 pp.

Keywords: Down-hole specific energy/ Down-hole torque/ Down-hole drag

This research studied the effect of down-hole specific energy using down-hole torque and drag on potential zone evaluation by developing a computer program via Matlab. An analytical method model by Aadnoy *et al.* and Hareland *et al.*was used to calculate down-hole parameters, which are friction coefficient, down-hole torque and weight on bit, by the back calculation method. The down-hole drilling specific energy (DSE) was used as a specific energy calculation. The DSE was calculated every two meters. The high DSE indicates the hard formation or high inlet pressure. The inlet pressure means the pressure of water, oil or gas from the reservoir. Thus, the high DSE may indicate a potential zone. However, well logging data can only locate the reservoir zone but may not be the potential for commercial, because it could suggest the perforation zone but could be low inlet pressure. In this study, the well logging, lithology and production data from two onshore wells belonging to Pan Orient Energy Siam (POES) were cooperated with DSE to interpret the potential zone. The results of interpretation help select the most appropriate perforation zone and thus reduce the perforation cost.

บทคัดย่อ

นาย เลิศศักดิ์ เหล่าศรีไพบูลย์: การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมโดยการคำนวณจากแรงบิดและแรงเสียดทานภายในหลุมเจาะปิโตรเลียม (Reservoir Characteristics Interpretation by Using Specific Energy with Down-Hole Torque and Drag) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. จินตนา สายวรรณ์ และ ดร.รักไทย บูรพ์ภาค 68 หน้า

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของพลังงานจำเพาะจากการใช้แรงบิดและแรงเสียดทานภายในหลุมเจาะเพื่อประเมินหาโซนที่มีศักยภาพโดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แมทแล็ป ใช้โมเดลวิเคราะห์ของอาด์นอยและคณะ และของฮาร์แลนด์และคณะเพื่อคำนวณด้วยวิธีคำนวณจากด้านหลังหาค่าตัวแปรภายในหลุมเจาะ คือค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทายและแรงกดที่หัวเจาะ ค่าพลังงานจำเพาะจากการเจาะภายในหลุม (ดีเอสอี) ถูกใช้ในการคำนวณค่าพลังงานจำเพาะซึ่งคำนวณที่ทุกๆ 2 เมตร หากพลังงานจำเพาะมีค่าสูงบ่งบอกว่า ที่ความลึกนั้นหัวเจาะอยู่บริเวณชั้นหินแข็ง หรือมีความดันสูงจากแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมเข้ามาในหลุมเจาะ ซึ่งเป็นความดันที่มาจากน้ำ น้ำมัน หรือจากแก๊สธรรมชาติ ดังนั้นค่าพลังงานจำเพาะสูงจึงอาจบ่งบอกถึงโซนที่มีศักยาภาพ อย่างไรก็ตามข้อมูลจากหลุมเจาะเพียงอย่างเดียวสามารถกำหนดเพียงตำแหน่งของแหล่งกักเก็บปิโตรเลียมเท่านั้นแต่อาจไม่ใช่โซนที่มีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ เพราะว่าโซนที่เจาะลงไปนั้นอาจเป็นโซนที่มีความดันต่ำ งานวิจัยนี้จึงผนวก ค่าพลังงานจำเพาะ, ข้อมูลหลุมเจาะ, ภาพธรณีของชั้นหิน และข้อมูลของผลุมผลิตบนฝั่งจำนวน 2 หลุมของบริษัทแนน ออเรียนท์ เอ็นเนอร์จี สยาม (พีโออีเอส) รวมกับค่าดีเอสอีเพื่อตีความหมายของโซนที่มีศักยภาพ ผลของการตีความหมายช่วยในการเลือกโซนที่จะทำการเจาะได้เหมาะสมที่สุด และช่วยลดต้นทุนของการขุดเจาะลงได้

ACKNOWLEDGEMENTS

The author, Mr. Lertsak Laosripaiboon is grateful for the full scholarship and full funding of thesis work provided by The Petroleum and Petrochemical College.

I would like to say thank to my PPC-advisor, Assoc. Prof. Chintana Saiwan at The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for her help in my thesis work and good advices since I was a first year student until graduated.

Another important person in my thesis advisor is Dr. Ruktai Prurapark. I am appreciated in his help and giving me a special experience which is very difficult to find during the studying. Moreover, he is a good supervisor who always gives me an idea when I have problems in my work.

And also my examination committee, Assist Prof. Kitipat Siemanond and Dr. Panithita Vithayasricharoen.

The one, who always help and share the opinion to my work, Mr. Weerapong Panichaporn, my coworker.

I am thankful to all the people of PAN Orient Energy Siam (POES) for allowing me to have the first time of my work experience to access to the on-shored rig site and to provide the actual field drilling data and geological data for my research. Without their help, this research would have less meaning.

Finally, I would like to thank my family, my colleagues and my friends for their continuous support and inspiration throughout my entire study.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE **PAGE**

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

ABBREVIATIONS

2-D	Two-dimensional
3-D	Three-dimensional
BHA	Bottom-hole assembly
DSE	Drilling specific energy
DTOR	Down-hole torque
DWOB	Down-hole weight on bit
FF	Friction coefficient
GUI	Graphic user interphase
HL	Hook load
HMSE	Hydro mechanical specific energy
MSE	Mechanical specific energy
N	Normal contact force
SE	Specific energy

LIST OF SYMBOLS

A_{Bit}	Area of bit, in^2
A_t	Total flow area of nozzles, in^2
C_d	Drag coefficient
d	Diameter of borehole, inches
DSE	Drilling specific energy, psi
DTOR	Down-hole torque, ft.-lbs.
DWOB	Down-hole weight on bit, lbs.
DWOB	Down-hole weight on bit, lbs.
$E_{hydrraulic}$	Mechanical specific energy of bit hydraulic, psi
ΔEast	Deviation of drill string in east direction, ft.
EFF_M	Mechanical efficiency for any bit type
F_n	Axial force at element n, lbs.
F_{n+1}	Axial force at element n+1, lbs.
F_{n+1}	Axial force at element n+1, lbs.
ΔMD	Difference of measure depth, ft.
HMSE	Hydro mechanical specific energy, psi
HP_B	Bit hydraulic power
HP_B	Bit hydraulic power
N	Normal contact force, lbs.
ΔNorth	Deviation of drill string in north direction, ft.
ΔP_B	Pressure drop across the bit, psi
Q	Flow rate, gal/min
r	Radius of drill string, ft.
R	The radius of curvature of the string element while the wellbore is in the build or the drop section on vertical view, ft.
R_{turn}	The radius of curvature of the string element while the wellbore is turning on horizontal view, ft.
ROP	Rate of penetration, ft./h
RPM	Down-hole rpm, Rotary RPM + GPM*, Rev/GPM of motor
Spp	Stand pipe pressure

T_n	Torque at element n, ft.-lbs.
T_{n+1}	Torque at element n+1, ft.-lbs.
V_h	Hoisting / lowering speed, ft./s
V_r	Tangential speed due to rotation, ft./s
ΔVertical	Deviation of drill string in vertical direction, ft.
w	Weight in air, lbs./ft.
W_b	Buoyed weight of drill string at element per length, lbs./ft.
W_A	Work done by the weight on bit onto the formation
W_B	Work done by the torsional motion of the bit onto the formation
W_C	Work done by the jetting action of the fluid onto the formation
α	Inclination, degree
α_1	Inclination of string element 1, degree
α_2	Inclination of string element 2, degree
$\overline{\alpha}$	Average inclination of element, rad
η	Dummy factor for energy reduction
θ	Absolute change in direction
λ	Dimensionless bit-hydraulic factor depending on the bit diameter
μ	Friction coefficient
ρ_m	Mud density, lbs./ft.^{3}
ρ_s	Density of steel, lbs./ft.^{3}
Φ	Azimuth, degree
φ_1	Azimuth angle of string element 1, degree
φ_2	Azimuth angle of string element 2, degree
Ψ	Angle of the friction vector, degree