

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

PHẠM ĐỨC THẮNG

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP HỢP LÝ ĐỂ TẬN THU DẦU
TRONG CÁT KẾT MIOXEN HẠ, MỎ BẠCH HỒ**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2014

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

PHẠM ĐỨC THẮNG

**NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP HỢP LÝ ĐỂ TẬN THU DẦU TRONG
CÁT KẾT MIOXEN HẠ, MỎ BẠCH HỒ**

**Ngành: Kỹ thuật dầu khí
Mã số : 62520604**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS. CAO NGỌC LÂM**
- 2. TS. NGUYỄN VĂN MINH**

Hà Nội - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong một công trình nào khác.

Hà Nội, ngày tháng năm 2014

Tác giả

Phạm Đức Thắng

MỤC LỤC

	Trang
Trang phụ bì	
Lời cam đoan	i
Mục lục	ii
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	v
Danh mục các bảng biểu	vii
Danh mục các hình vẽ	ix
MỞ ĐẦU	1
Chương 1- TỔNG QUAN VỀ GIA TĂNG THU HỒI DẦU VÀ PHƯƠNG PHÁP BƠM ÉP KHÍ NƯỚC LUÂN PHIÊN	8
1.1. Các giai đoạn khai thác dầu	8
1.1.1. Giai đoạn khai thác sơ cấp	9
1.1.2. Giai đoạn khai thác thứ cấp	9
1.1.3. Giai đoạn khai thác tam cấp (EOR-Tăng cường thu hồi dầu)	9
1.2. Phương pháp bơm ép khí nước luân phiên (WAG)	10
1.2.1. Áp suất trộn lẫn tối thiểu (MMP)	10
1.2.2. Các cơ chế trộn lẫn giữa khí và dầu	12
1.2.2.1. Cơ chế trộn lẫn hỗn hợp tiếp xúc một lần	12
1.2.2.2. Cơ chế trộn lẫn hỗn hợp tiếp xúc nhiều lần	14
1.2.3. Cơ chế đẩy dầu bằng nước và khí (mô hình cấu trúc vỉa)	18
1.2.4. Tỷ số linh động	20
1.2.5. Các hiện tượng xảy ra khi áp dụng phương pháp bơm ép WAG	22
1.2.5.1. Hiện tượng phân tỏa dạng ngón (Viscous fingering)	22
1.2.5.2. Hiện tượng phân đới tỷ trọng (Gravity segregation)	23
1.2.6. Các yếu tố ảnh hưởng tới hiệu quả bơm ép WAG	24
1.2.6.1. Ảnh hưởng của tốc độ bơm ép	24
1.2.6.2. Ảnh hưởng của độ lớn nút bơm ép	25
1.2.6.3. Ảnh hưởng của tỷ số WAG (tỷ lệ giữa nước và khí)	27
1.2.6.4. Ảnh hưởng của độ dính ướt lên hiệu quả thu hồi dầu	28
1.2.6.5. Ảnh hưởng của cấu tạo vỉa lên hiệu quả thu hồi dầu	30
1.3. Các dự án bơm ép khí nước luân phiên trên thế giới	34

1.3.1. Mỏ Magnus với dự án bơm ép WAG	34
1.3.2. Mỏ Ula với dự án bơm ép WAG	36
1.3.3. Dự án bơm ép thử nghiệm khí hydrocarbon tại mỏ Rạng Đông, Việt Nam	37
1.4. Các dự án đã áp dụng bơm ép khí trên thế giới	38
Chương 2- THỰC TRẠNG KHAI THÁC VÀ LỰA CHỌN BƠM ÉP KHÍ NƯỚC LUÂN PHIÊN CHO TẦNG CHỨA CÁT KẾT MIOXEN HẠ, MỎ BẠCH HỒ	40
2.1. Khái quát chung về mỏ Bạch Hồ	40
2.2. Đặc trưng địa chất của tầng chứa cát kết Mioxen hạ	41
2.3. Trữ lượng dầu khí tại chỗ và trữ lượng thu hồi	43
2.4. Thực trạng khai thác tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hồ	44
2.5. Các phương pháp tăng cường thu hồi dầu phổ biến ở Việt Nam	46
2.6. Hiện trạng nghiên cứu, triển khai các phương pháp khai thác tam cấp cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hồ	49
2.7. Nghiên cứu lựa chọn phương pháp tăng cường thu hồi dầu cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hồ	51
2.8. Tiềm năng gia tăng thu hồi dầu tại tầng Mioxen hạ, mỏ Bạch Hồ	53
2.9. Tình hình khai thác, trữ lượng và tiềm năng thu gom khí	54
Chương 3- NGHIÊN CỨU BẰNG THÍ NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ BƠM ÉP KHÍ NƯỚC LUÂN PHIÊN CHO TẦNG CÁT KẾT MIOXEN HẠ, MỎ BẠCH HỒ	58
3.1. Chuẩn bị thí nghiệm	58
3.1.1. Mẫu lõi	58
3.1.2. Mẫu lưu thể vỉa	60
3.2. Thí nghiệm tìm áp suất trộn lẫn tối thiểu	63
3.2.1. Mô tả thiết bị thí nghiệm	63
3.2.2. Quy trình thí nghiệm	65
3.2.3. Kết quả thí nghiệm	66
3.2.4. Đánh giá kết quả thí nghiệm	68
3.3. Thí nghiệm hạ áp suất trộn lẫn tối thiểu bằng tỷ lệ pha trộn khí hợp lý	70
3.4. Thí nghiệm bơm ép WAG trên mẫu lõi	74

3.4.1. Mô tả thiết bị thí nghiệm	75
3.4.2. Quy trình thí nghiệm	76
3.4.3. Kết quả thí nghiệm	78
3.4.4. Đánh giá kết quả thí nghiệm	81
3.5. Hiệu quả của bơm ép WAG cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hổ	83
3.6. Nguồn khí và khả năng áp dụng cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hổ	85
3.7. Các tiêu chí để áp dụng bơm ép WAG thành công	89
Chương 4- MÔ HÌNH THÂN DẦU VÀ MÔ PHỎNG KHAI THÁC BƠM ÉP KHÍ NƯỚC LUÂN PHIÊN CHO TẦNG CHỨA CÁT KẾT MIOXEN HẠ, MỎ BẠCH HỔ	91
4.1. Mô hình địa chất - thủy động của tầng chứa cát kết Mioxen hạ	91
4.2. Biện luận các điều kiện của mô hình thủy động	92
4.3. Phục hồi lịch sử khai thác	93
4.4. Lựa chọn đối tượng và các phương án bơm ép WAG	100
4.5. Kết quả mô phỏng, dự báo khai thác	104
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	108
DANH MỤC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ	
TÀI LIỆU THAM KHẢO	
PHỤ LỤC	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

B_o	- Hệ số thể tích của dầu
E_A	- Hiệu suất quét ngang, không thứ nguyên
E_v	- Hiệu suất quét đứng, không thứ nguyên
E_D	- Hiệu suất đẩy, không thứ nguyên
GOR	- Tỷ số khí dầu
K_g	- Độ thấm khí, mD
K_h	- Độ thấm ngang, mD
K_o	- Độ thấm dầu, mD
K_{rg}	- Độ thấm tương đối của khí, p.đ.v
K_{ro}	- Độ thấm tương đối của dầu, p.đ.v
K_{rw}	- Độ thấm tương đối của nước, p.đ.v
K_v	- Độ thấm thẳng đứng, mD
K_w	- Độ thấm nước, mD
M	- Độ linh động
P	- Áp suất, bar, atm
P_c	- Áp suất mao dẫn, bar, atm
R	- Bán kính kênh rỗng, μm
S_g	- Độ bão hoà khí, % hoặc p.đ.v
S_{gr}	- Độ bão hoà khí tàn dư, % hoặc p.đ.v
S_o	- Độ bão hoà dầu, % hoặc p.đ.v
S_{or}	- Độ bão hoà dầu tàn dư, % hoặc p.đ.v
S_w	- Độ bão hoà nước, % hoặc p.đ.v
S_{wr}	- Độ bão hoà nước dư, % hoặc p.đ.v (không thứ nguyên)
T_{via}	- Nhiệt độ vỉa, $^{\circ}\text{C}$, $^{\circ}\text{F}$ - Độ Fahrenheit ($^{\circ}\text{F} = 1,8^{\circ}\text{C} + 32$)
V	- Thể tích, cm^3
v	- Vận tốc dòng thấm, cm/s, cc/giờ, ft/ngày
v_{inj}	- Thể tích bơm ép, cm^3
V_p	- Thể tích lỗ rỗng, cm^3
β	- Độ nén, bar^{-1} , atm^{-1}
θ	- Góc dính ướt, độ
μ	- Độ nhớt, cP

ρ	- Mật độ, g/cm ³
σ	- Sức căng bề mặt, dyn/cm hoặc mN/m
Φ	- Độ rỗng, % hoặc p.đ.v
λ_g	- Độ linh động của khí
λ_o	- Độ linh động của dầu
λ_w	- Độ linh động của nước
Atm	- Đơn vị đo áp suất (1 atm = 14,6959 psi)
Bar	- Đơn vị đo áp suất (1 bar = 14,5038 psi)
EOR	- Khai thác dầu tăng cường (Enhanced Oil Recovery)
FCM	- Cơ chế trộn lần 1 lần (First Contact Miscibility)
ft	- Bộ - Đơn vị đo chiều dài (1 ft = 0,3048 m)
HCG	- Khí Hydrocarbon (Hydrocarbon Gas)
HCPV	- Thể tích chứa dầu vỉa của đá (Hydrocarbon Pore Volume)
HSTHD	- Hệ số thu hồi dầu
IHCPV	- Thể tích chứa dầu vỉa ban đầu (Initial Hydrocarbon Pore Volume)
IOR	- Gia tăng thu hồi dầu (Improved Oil Recovery)
LPG	- Khí gas hoá lỏng (Liquid Petroleum Gas)
MCM	- Cơ chế trộn lẫn nhiều lần (Multiple Contact Miscibility)
MMP	- Áp suất trộn lẫn tối thiểu (Minimum Misible Pressure)
NIPI	- Viện nghiên cứu khoa học và thiết kế dầu khí biển
°API	- Đơn vị đo tỷ trọng theo tiêu chuẩn Viện Dầu Khí Mỹ
OOIP	- Trữ lượng dầu tại chỗ ban đầu (Original Oil In Place)
p.đ.v	- Phần đơn vị
PV	- Thể tích lỗ rỗng vỉa
PVEP	- Tổng Công ty Thăm dò và Khai thác Dầu khí
PVN	- Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
PVT	- Các tính chất dầu vỉa
SH	- Tầng địa chấn phản xạ
VPI	- Viện Dầu khí Việt Nam
VSP	- Liên doanh dầu khí Việt- Nga
WAG	- Bơm ép khí nước luân phiên (Water Alternate Gas)

DANH MỤC BẢNG BIỂU

		Trang
Bảng 2.1	Tính chất vỉa và chất lưu	42
Bảng 2.2	Phân bố trữ lượng tại chỗ của tầng Mioxen hạ, mỏ Bạch Hổ	43
Bảng 2.3	Tình trạng khai thác của Mioxen hạ đến ngày 31-12-2012	46
Bảng 2.4	Tính chất chất lưu và đá chứa của một số vỉa dầu tại Việt Nam	48
Bảng 2.5	Tính chất vỉa và điều kiện để áp dụng bơm ép khí cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hổ theo thống kê của Talber	51
Bảng 2.6	Trữ lượng khí tại chỗ tại thêm lục địa Đông Nam Việt Nam (Tổng hợp các báo cáo đã được PVN phê duyệt)	55
Bảng 3.1	Báo cáo đo mẫu lõi trên máy CMS 300	59
Bảng 3.2a	Chất lưu bình đo	60
Bảng 3.2b	Khí bình đo	60
Bảng 3.3	Thành phần khí bình đo và thành phần dầu vỉa	62
Bảng 3.4	Các thông số vật lý dầu tái tạo	62
Bảng 3.5	Kết quả thí nghiệm với 5 cấp áp suất bơm ép	67
Bảng 3.6	Thành phần khí thấp áp và khí gas hóa lỏng tại mỏ Bạch Hổ	70
Bảng 3.7	Kết quả thí nghiệm với 7 cấp áp suất bơm ép	71
Bảng 3.8	Số liệu kết quả thí nghiệm bơm ép WAG trước bơm ép nước	78
Bảng 3.9	Số liệu kết quả thí nghiệm bơm ép WAG sau bơm ép nước	80
Bảng 3.10	Kết quả gia tăng thu hồi dầu bằng bơm ép WAG	81
Bảng 3.11	Tính toán lượng khí dùng cho bơm ép WAG cho tầng chứa cát kết Mioxen hạ, mỏ Bạch Hổ	85
Bảng 4.1	Các tính chất dầu của tầng chứa cát kết Mioxen hạ	92
Bảng 4.2	Kết quả khai thác thực tế và tính toán vòm Trung tâm và Nam	93

Bảng 4.3	Kết quả khai thác thực tế và tính toán của vòm Bắc	94
Bảng 4.4	Thành phần khí và dầu vỉa	100
Bảng 4.5	Kết quả chạy dự báo khai thác	104