

**HỘI CÔNG NGHỆ KHOAN - KHAI THÁC VIỆT NAM**

Chủ biên: PGS.TS. PHAN NGỌC CỨ  
PGS.TS. TRƯƠNG BIÊN, TS. NGUYỄN XUÂN THẢO  
TS. TRẦN VĂN XUÂN, PHAN HOÀI NAM



# **THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC CỦA CÁC VĨA CHỨA DẦU KHÍ**

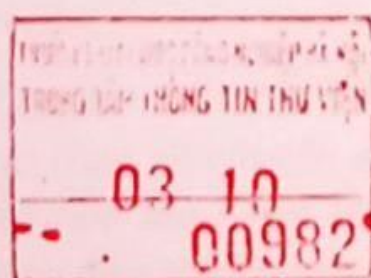


**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

HỘI CÔNG NGHỆ KHOAN – KHAI THÁC VIỆT NAM

*Chủ biên:* PGS. TS. Phan Ngọc Cừ  
PGS. TS. Trương Biên; TS. Nguyễn Xuân Thảo;  
TS. Trần Văn Xuân; Phan Hoài Nam

# THUYẾT KHÍ ĐỘNG LỰC CỦA CÁC VỈA CHỨA DẦU KHÍ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI - 2012



## LỜI NÓI ĐẦU

---

Thủy khí động học các vỉa dầu khí là môn học nghiên cứu sự vận động của lưu thể dầu khí trong môi trường lỗ hổng dưới dạng năng lượng khác nhau do các tác nhân đẩy dầu: nước, khí hoặc cả nước và khí.

Thủy khí động lực các vỉa dầu khí là cơ sở nghiên cứu thiết kế mạng lưới các giếng khoan khai thác cũng như mạng lưới các giếng khoan bơm ép nước vào vỉa để duy trì áp suất vỉa và nâng cao hệ số thu hồi dầu khí trong công nghệ khai thác dầu khí.

Những kiến thức về khí động học của các vỉa dầu khí cũng được áp dụng để giải quyết những nhiệm vụ cụ thể trong thăm dò khai thác nước dưới đất, tính trữ lượng nước khoáng và nước công nghiệp, tính toán dự báo sự thay đổi chất lượng nước trong khai thác nước ngầm, tính toán nước chảy vào mỏ, tính toán hệ thống hạ thấp mực nước khi xây dựng các công trình ngầm.

Tài liệu thủy khí động lực của các vỉa dầu khí được biên soạn đầu tiên dùng cho đào tạo thạc sỹ chuyên ngành Công nghệ khoan – Khai thác của Trường Đại học Mỏ - Đại chất vào năm 2004 và được dùng làm tài liệu tham khảo đào tạo kỹ sư các chuyên ngành Địa chất dầu, Công nghệ khoan, Khai thác dầu khí và Địa chất thủy văn- Địa chất công trình ở Trường Đại học Mỏ- Địa chất Hà Nội và Trường Đại học Bách khoa thành phố Hồ Chí Minh.

Hiện nay, Công nghệ Khoan – Khai thác, Địa chất dầu khí và Địa chất thủy văn phát triển trong phạm vi cả nước, yêu cầu các kỹ thuật viên về công nghệ khoan- khai thác, địa chất dầu khí, địa chất thủy văn phải có sự hiểu biết sâu rộng và có khả năng áp dụng dùng

đàn các phương pháp tính toán thủy khí động lực trong các điều kiện địa chất khác nhau. Với kinh nghiệm nhiều năm làm công tác giảng dạy, kết hợp với các tài liệu thu thập trong và ngoài nước ; các tác giả đã biên soạn cuốn sách: **"Thủy khí động lực của các vỉa chứa dầu khí"** để đáp ứng một phần nào tài liệu học tập và không ngừng nâng cao trình độ chuyên môn của cán bộ kỹ thuật hoạt động trong các lĩnh vực trên.

Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn cán bộ của Bộ môn Khoan- Khai thác Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Viện Công nghệ khoan, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam đã hỗ trợ động viên và đóng góp ý kiến về nội dung để hoàn thiện bản thảo.

Do xuất bản lần đầu tiên nên chắc chắn còn nhiều khuyết khuyết, chúng tôi xin chân thành cảm ơn mọi sự đóng góp của các nhà chuyên môn, các bạn đồng nghiệp để lần xuất bản sau được hoàn thiện hơn.

**Các tác giả**



# MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	3
-------------------	---

## *Chương I - Các tính chất chủ yếu của môi trường lỗ hổng và của chất lỏng thấm. Định luật thấm Darcy*

§1. Khái quát chung.....	11
§2. Các tính chất chủ yếu của môi trường lỗ hổng và chất lỏng thấm .....	13
1. Độ rỗng của đất đá.....	13
2. Độ thấm của đất đá .....	17
3. Tính chịu nén .....	18
4. Một số tính chất vật lý của chất lỏng trong điều kiện vỉa.....	19
§3. Định luật Darcy.....	21
§4. Hệ số thấm của môi trường lỗ hổng.....	25
§5. Giới hạn áp dụng định luật Darcy.....	28
§6. Các công thức của quy luật chung của thấm.....	29

## *Chương II - Những bài toán đơn giản nhất của dòng một chiều trong môi trường lỗ hổng*

§1. Dòng thấm một chiều. Vận động thế .....	33
§2. Phương trình trạng thái của chất lỏng, khí và môi trường lỗ hổng.....	36
§3. Giải phương trình vi phân ba dạng đơn giản nhất dòng thế một chiều.....	41
§4. Vận động thế của chất lỏng đồng nhất không chịu nén.....	45
§5. Vận động thế của khí thực .....	50
§6. Về một số nghiên cứu thấm của hỗn hợp dầu - nước và chất lỏng nhiều pha.....	52

## *Chương III - Dòng chất lỏng ổn định trong vỉa lỗ hổng*

§1 - Khái niệm về phương pháp nghiên cứu dòng phẳng .....	57
---	----



§2 - Dòng thấm từ giếng khoan ép nước đến giếng khoan khai thác .....	60
§3 - Sự tác dụng giữa các giếng bố trí trên đường tròn.....	65
§4 - Dây đường thẳng các giếng khai thác.....	67
§5 - Ảnh hưởng của ranh giới không thấm nước đến sự làm việc của các giếng khoan .....	73
1. Một giếng khoan nằm gần đứt gãy đường thẳng .....	73
2. Một hoặc một số giếng trong các đứt gãy tạo thành nêm cấu tạo .....	75
§6 - Vận động ranh giới phân chia của hai chất lỏng không chịu nén với các thông số giống nhau (ranh giới là phần tử đánh dấu). Trường hợp một giếng khoan .....	75

#### *Chương IV - Các phương trình vi phân của thủy động lực ngầm*

§1- Phương trình liên tục của dòng thấm.....	81
§2 - Dạng suy rộng quy luật Darcy. Phương trình vận động thế.....	85
§3 - Phương trình dòng thấm liên tục trong các vỉa lỗ hổng - khe nứt và vỉa nứt nẻ .....	87
§4 - Sự tương tự giữa vận động của chất lỏng đồng nhất trong môi trường rỗng và các hiện tượng vật lý khác .....	90

#### *Chương V - Giếng khoan không hoàn thiện thủy động học và những đặc điểm khai thác dầu khí trong vỉa có mặt nước đáy và mũ khí*

§1. Hệ số hoàn thiện giếng khoan và bán kính dẫn dòng của giếng. Sức cản thấm bổ sung.....	93
§2. Nghiên cứu thực nghiệm dòng chất lỏng đến giếng khoan không hoàn thiện thủy động học .....	97
§3. Một số phương pháp giải tích giải bài toán giếng khoan không hoàn thiện trong vỉa có chiều dày hữu hạn.....	99
§4. Một số lời giải về giếng khoan không hoàn thiện theo mức độ mở vỉa trong vỉa có chiều dày hữu hạn .....	104
§5. Một số nghiên cứu thủy động lực dòng chảy đến giếng không hoàn thiện theo đặc điểm mở vỉa .....	107
§6. Lý thuyết thành tạo nón nước trong vỉa có nước đáy.....	109



§7. Phương pháp đơn giản xác định lưu lượng giới hạn không có nước và không có khí của giếng khoan .....	111
--	-----

*Chương VI - Lý thuyết một chất lỏng đẩy một chất lỏng khác trong dòng thấm vận động không ổn định*

§1 - Nước đẩy dầu (đẩy Pitton) trong vỉa dạng dải .....	117
§2 - Nước đẩy dầu trong vận động toả tia.....	121
§3 - Sự tồn tại miền dòng hai pha khi nước đẩy dầu.....	124
§4 - Nước đẩy khí .....	129

*Chương VII - Vận động không ổn định của chất lỏng trong các vỉa lỗ hổng chứa dầu - nước khi động thái đàn hồi*

§1 - Các thông số cơ bản của lý thuyết động thái đàn hồi.....	137
§2 - Phương trình vi phân truyền áp.....	138
§3 - Giếng khoan trong vỉa vô hạn, công thức cơ bản .....	140
§4 - Phân tích công thức cơ bản của lý thuyết động thái đàn hồi.....	145
§5 - Vận động của chất lỏng trong vỉa có kích thước hữu hạn trong những điều kiện động thái áp lực nước - đàn hồi và động thái đàn hồi - khí .....	150
§6 - Phương pháp cộng dòng trong các bài toán động thái đàn hồi.....	157
§7 - Tính trữ lượng đàn hồi của chất lỏng trong vỉa chứa dầu - nước.....	165

*Chương VIII - Thấm không ổn định của khí*

§1 - Phương trình vi phân thấm khí không ổn định .....	169
§2 - Lời giải gần đúng bài toán dòng khí từ vỉa dạng dải, khi áp suất trên chu vi dòng không đổi .....	172
§3 - Áp dụng điều kiện cân bằng vật chất đối với các bài toán khai thác các thân khí.....	179

*Chương IX - Thấm không ổn định của chất lỏng nhiều pha*

§1 - Một số nhận xét về độ thấm pha của môi trường rỗng .....	185
§2 - Hệ phương trình vi phân vận động không ổn định chất lỏng hoá khí trong môi trường rỗng .....	188
§3 - Sự thay đổi áp suất và nhân tố khí có liên quan tới sự thay đổi độ bão hòa khí gradien áp suất nhỏ.....	191
§4 - Thấm của chất lỏng hoá khí khi độ bão hòa cao .....	196



§5 - Đặc điểm của thấm hỗn hợp khí - chất lỏng trong thân khí - Condensat .....	199
--	-----

*Chương X - Lý thuyết hàm số biến số phức và phương trình vi  
phân tổng quát để nghiên cứu dòng phẳng*

§1. Sự liên hệ giữa bài toán phẳng trong lý thuyết thấm và lý thuyết hàm số biến số phức .....	201
§2. Hàm đặc tính của một số dạng dòng phẳng chủ yếu .....	209
§3. Hàm đặc tính của dòng chảy khi có một số dòng và nguồn đồng thời hoạt động .....	214
§4. Hàm đặc tính của dòng chảy đối với các giếng khoan nằm trên dãy đường tròn .....	218
§5. Tính toán thời gian vận động của phân tử chất lỏng không chịu nén dọc theo đường dòng .....	220
§6. Ranh giới chứa dầu kéo đến dãy đường tròn các lỗ khoan khai thác .....	222

*Chương XI - Xác định các thông số thủy động lực của các vỉa  
chứa dầu khí*

§1. Xác định các thông số thủy động lực khi dòng chảy ở chế độ ổn định .....	229
§2. Xác định các thông số thủy động lực của vỉa khi dòng chảy ở chế độ không ổn định (động thái đàn hồi) .....	231
§3. Xác định các thông số thủy động lực khi khảo sát giếng với các chế độ khác nhau .....	236
§4. Nghiên cứu sự vận động của chất lỏng trong đá nứt nẻ .....	241
Tài liệu tham khảo .....	247