

LỰA CHỌN SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ KHOAN TUẦN HOÀN NGƯỢC TRONG KHOAN KHAI THÁC NƯỚC NGẦM Ở ĐỒNG BẰNG NAM BỘ

Trần Văn Chung

Liên đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất công trình Miền Nam

(Bài nhận ngày 29 tháng 05 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 10 tháng 11 năm 2009)

TÓM TẮT: Công nghệ khoan tuần hoàn ngược là một trong những công nghệ khoan có hiệu quả rất cao khi khoan các giếng khoan khai thác nước quy mô lớn trong các vùng trầm tích bờ rời.

Các sơ đồ công nghệ khoan tuần hoàn ngược gồm:

- Bơm ép dung dịch vào khoảng vành khăn
- Bơm ly tâm.
- Bơm jet
- Bơm bằng máy nén khí

Từ các cơ sở lý thuyết và thực tiễn áp dụng công nghệ tuần hoàn ngược vào sản xuất, phân tích và lựa chọn sơ đồ công nghệ phù hợp với vùng đồng bằng Nam Bộ

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công nghệ khoan tuần hoàn ngược (THN) hiện nay được áp dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới trong khoan khai thác nước dưới đất do tính hiệu quả cao của nó. Tuy nhiên, tại Việt Nam, do nhiều nguyên nhân khác nhau, công nghệ này chỉ mới được áp dụng tại Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT miền Nam. Các giếng khoan được thi công bằng công nghệ THN có hiệu suất khai thác cao hơn rất nhiều so với các giếng được thi công bằng công nghệ thông thường. Công nghệ khoan THN có nhiều sơ đồ công nghệ khác nhau và việc lựa chọn sơ đồ phù hợp với mục đích và điều kiện thi công của giếng khoan có ý nghĩa rất quan trọng trong việc tổ chức và tiến hành thi công có hiệu quả.

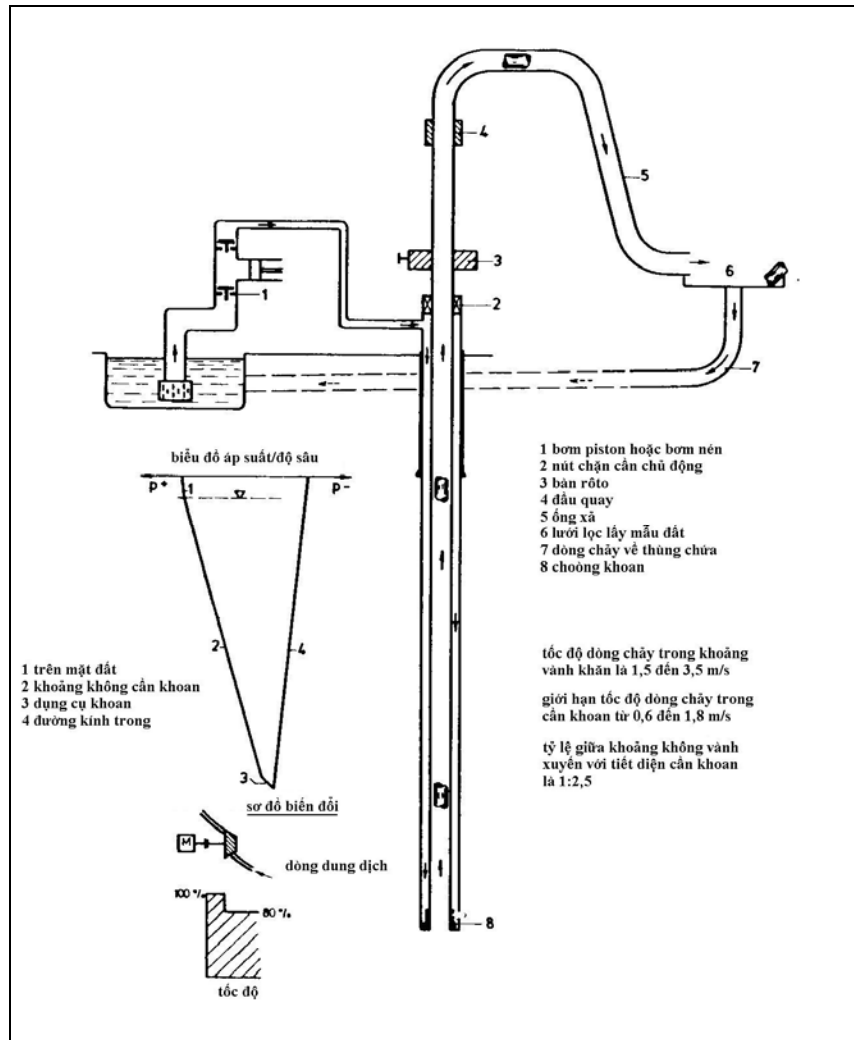
2. CÁC SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ KHOAN TUẦN HOÀN NGƯỢC

Các sơ đồ công nghệ khoan THN hiện đang được áp dụng gồm:

- Bơm ép dung dịch vào khoảng vành khăn
- Bơm ly tâm.
- Bơm jet
- Bơm bằng máy nén khí

2.1 Duy trì sự tuần hoàn bằng việc ép dung dịch

Phương pháp này được Fauck - một kỹ sư người Úc phát triển. Trong sơ đồ này (Hình 1), dung dịch khoan được máy bơm piston hoặc bơm ép có áp suất cao bơm vào khoảng không vành xuyên, cùng với mùn khoan chảy lên mặt đất bên trong bộ dụng cụ khoan. Phương pháp này thường được dùng khi khoan trong đá cứng vì áp lực bơm sẽ giúp tạo ra các khe nứt. Tuy nhiên, việc tồn thất dung dịch cũng là một vấn đề cần quan tâm.



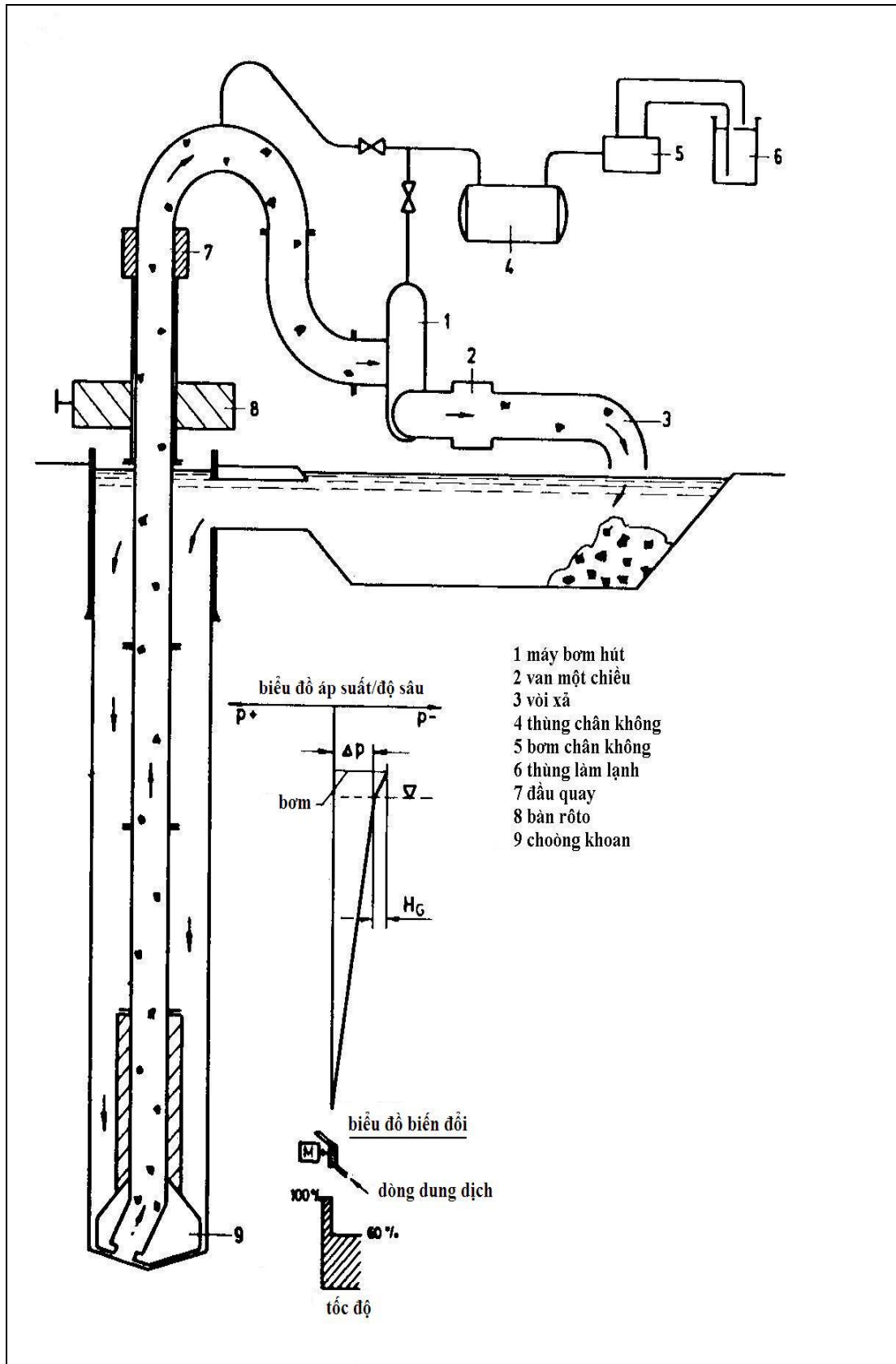
Hình 1. Sơ đồ bơm ép dung dịch

2.2 Tuần hoàn bằng bơm hút với bơm chân không

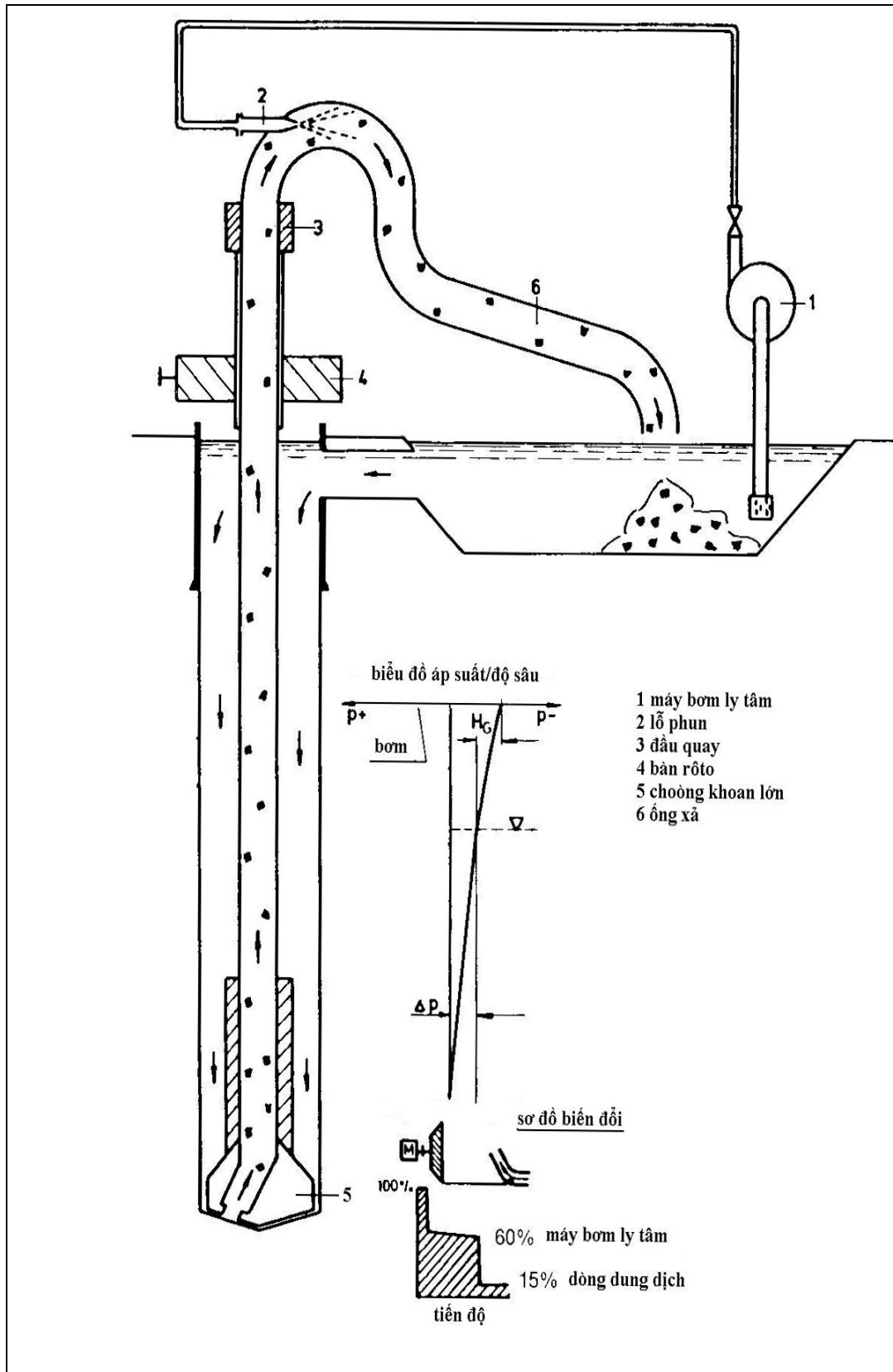
Trong sơ đồ này (Hình 2) dung dịch cùng với mùn khoan được hút lên bên trong cần khoan bằng máy bơm ly tâm có khả năng hút được các vật rắn. Máy bơm ly tâm này được khởi động bằng một máy bơm chân không. Khả năng hút phụ thuộc vào tính năng kỹ thuật của máy bơm, theo lý thuyết khoảng gần 10m, trong thực tế chiều sâu hút chỉ khoảng 5-7m tùy thuộc vào tỷ trọng của dung dịch khoan.

2.3 Tuần hoàn bằng bơm phun

Sơ đồ tuần hoàn dung dịch này dựa trên cơ chế hoạt động của một máy bơm phun nước như là một máy bơm hút. Máy bơm phun có thể được đặt bên trên hoặc dưới mực nước. Các điều kiện hoạt động của sơ đồ này cũng tương tự như đối với sơ đồ dùng bơm hút. Khi hoạt động, dòng nước với áp suất cao sẽ tạo ra một vùng có áp suất thấp ngay sau nó và nước được hút lên do sự chênh lệch áp suất này. Với cùng một đường kính ống thì khả năng hút của phương pháp này kém hơn so với phương pháp dùng máy bơm ly tâm. Hiện nay, phương pháp này thường được dùng như là phương pháp hỗ trợ cho khoan dùng khí nén trong khoảng 10m đầu tiên (Hình 3).



Hình 2. Sơ đồ THN dùng máy bơm ly tâm và bơm chân không

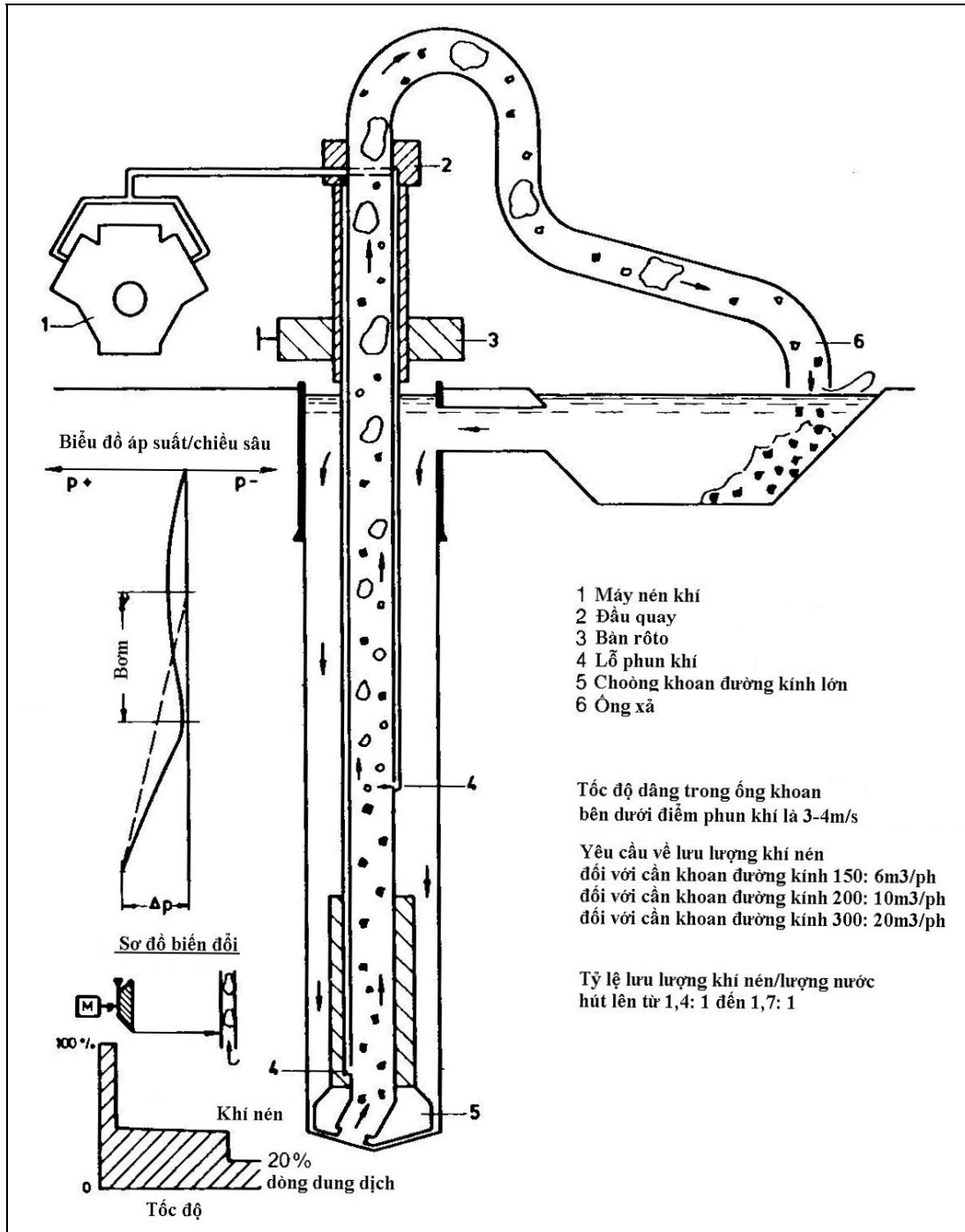


Hình 3. Sơ đồ tuần hoàn dùng bơm phun

2.4. Phương pháp tuần hoàn dùng máy bơm nén khí

Quy trình kỹ thuật bơm bằng khí nén dựa trên một nguyên lý rất phổ biến, theo đó nước được hút lên theo chiều thẳng đứng trong ống hoặc từ lỗ khoan, nguồn năng lượng cung cấp là khí nén. Trong quá trình khoan từ 2 pha cơ bản ban đầu là khí và nước sẽ chuyển thành dòng chảy 3 pha gồm khí, nước và chất rắn.

Phương pháp hoạt động của bơm nén khí được mô tả như sau (Hình 4):



Hình 4. Sơ đồ tuần hoàn dùng khí nén

Nếu khí nén được ép vào phần bên dưới của một cột ống dẫn được đặt ngập trong nước thì khí nén này sẽ dâng lên bên trong cột ống dưới dạng các bọt khí. Mục dung dịch trong ống cũng được dâng lên tương ứng với lưu lượng khí có trong nước cho đến khi nước chảy ra khỏi đầu trên của cột ống dẫn. Nếu khí nén được cung cấp vào liên tục sẽ xuất hiện sự chênh lệch trọng lực giữa cột nước bên trong và cột nước bên ngoài ống dẫn. Do trọng lượng riêng của cột nước bên ngoài cao hơn nên nước sẽ chảy liên tục từ bên ngoài vào trong ống dẫn, và như vậy duy trì quá trình vận chuyển nước và khí từ dưới lên trên. Nếu vận tốc dòng chảy lên được tăng lên khi tăng lượng khí nén đủ đến mức có thể mang được các chất rắn thì hệ thống này có thể được áp dụng cho công tác khoan. Phương pháp khoan tuần hoàn ngược sử dụng máy nén khí hiện đang được áp dụng rộng rãi trong khoan khai thác nước ngầm.

3. PHÂN TÍCH, LỰA CHỌN SƠ ĐỒ CÔNG NGHỆ KHOAN TUẦN HOÀN NGƯỢC PHÙ HỢP VỚI VÙNG ĐỒNG BẰNG NAM BỘ

3.1 Sơ đồ bơm ép dung dịch

Phương pháp này chỉ phù hợp khi khoan những lỗ khoan có đường kính tương đối nhỏ. Tỷ lệ giữa khoảng vành xuyên và cần khoan chỉ khoảng 1:2,5. Ngoài ra, vận tốc dâng của dung dịch cùng mùn khoan bên trong cần khoan nhỏ (0,8 - 1,8m/s). Vì vậy, sơ đồ công nghệ này không phù hợp với vùng đồng bằng Nam Bộ (nguồn: Sổ tay kỹ thuật khoan – WIRTH).

3.2 Sơ đồ dùng bơm hút và bơm phun

Cả hai sơ đồ công nghệ này đều có điểm chung là khả năng hút của thiết bị bơm bị hạn chế (6 - 8m đối với phương pháp bơm hút bằng máy ly tâm và ít hơn nếu dùng máy bơm phun), vì vậy chỉ có thể khoan được các giếng khoan có chiều sâu không lớn (nhỏ hơn 100m). Khi tính toán các thông số thủy lực khi khoan các giếng khoan đường kính lớn sử dụng công nghệ THN với máy bơm ly tâm, phương trình cân bằng áp suất được thể hiện như sau: $P_s = P_o - P_p - P_g - P_t - P_a - P_k$

Trong đó:

- P_s : áp lực hút của máy bơm ly tâm
- P_o : áp suất không khí
- P_p : áp suất bốc hơi
- P_g : tổn thất áp suất do tăng tỷ trọng dung dịch
- P_t : tổn thất áp suất do ma sát khi tuần hoàn dung dịch
- P_a : tổn thất áp suất do gia tốc của dung dịch trong cần khoan
- P_k : tổn thất áp suất do thay đổi hướng dòng chảy dung dịch

Các tổn thất áp suất này được tính theo các công thức sau:

$$P_g = H_o \cdot (\rho_w - \rho_p) \cdot g$$

$$P_t = \frac{k(H_{ot} + H_o) \cdot v_p^2 \rho_w}{2 \cdot d_w}$$

$$P_a = \frac{\rho_w \cdot v_p^2}{2}$$

$$P_k = \frac{w \cdot \rho_w \cdot v_p^2}{2}$$

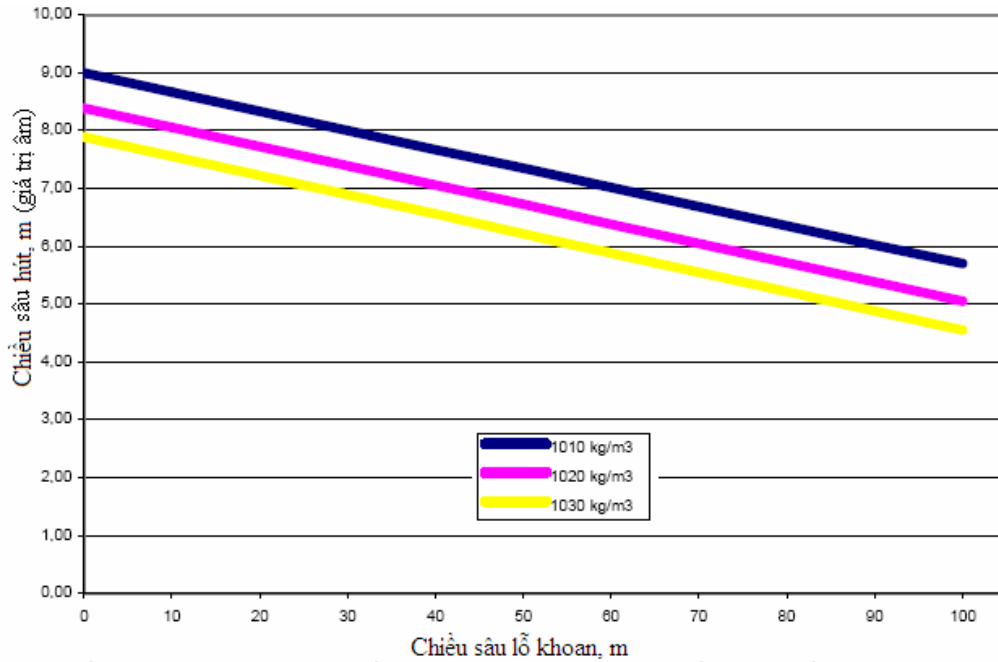
Trong đó:

- H_{ot} : chiều sâu lỗ khoan.
- H_o : chiều cao dung dịch dâng lên trên mực dung dịch trong giếng
- ρ_p : tỷ trọng dung dịch bơm vào lỗ khoan
- ρ_w : tỷ trọng dung dịch chảy ra khỏi lỗ khoan
- g : gia tốc trọng trường

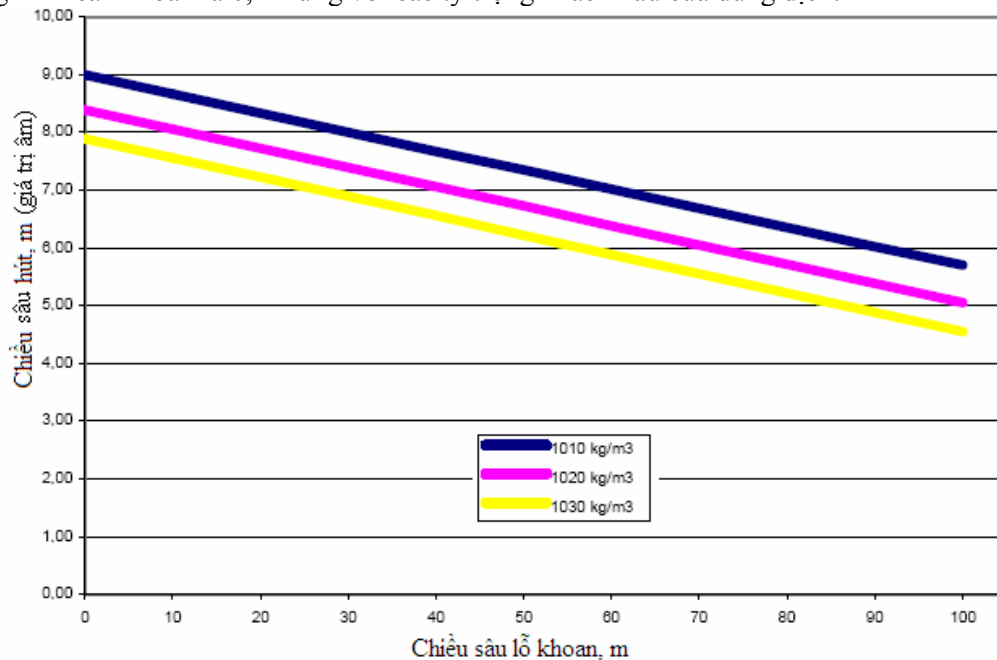
k: hệ số tổn thất do ma sát
 v_p : vận tốc dòng dung dịch trong ống khoan
 d_w : đường kính trong của ống khoan
 w: hệ số tổn thất do ma sát phụ thuộc vào thiết kế đầu giếng

Từ các công thức trên, chiều cao hút tối đa của máy bơm có thể tính:

$$H_{\max} = \frac{2d_w [p_o - p_p - H_{ot} (\rho_w - \rho_p) g] - k(H_{ot} + H_o) v_p^2 \rho_w - d_w \rho_w v_p^2 - w \rho_w v_p^2 d_w}{2 \cdot g \cdot \rho_w \cdot d_w}$$



cho thấy sự phụ thuộc của chiều sâu hút của máy bơm đối với chiều sâu của lỗ khoan khi đường kính cần khoan là 0,1m ứng với các tỷ trọng khác nhau của dung dịch.



Hình 5. Quan hệ giữa chiều sâu hút và chiều sâu lỗ khoan

Ngoài ra, việc vận hành các máy bơm ly tâm cũng tương đối phức tạp tại công trình. Vì các lý do này, cả 2 sơ đồ công nghệ trên đều không phù hợp với vùng nghiên cứu, chúng chỉ có thể áp dụng như là một phương án bổ trợ cho phương pháp tuần hoàn bằng khí nén khí khoan những mét đầu tiên.

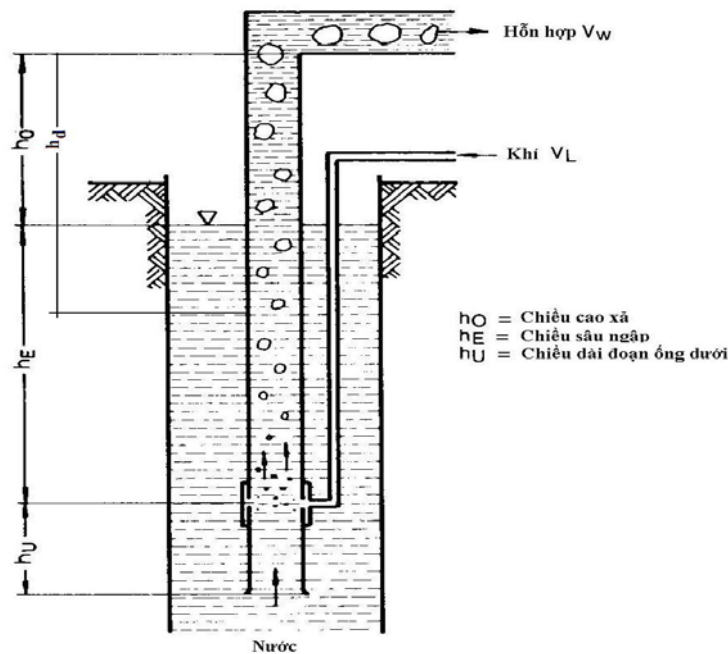
3.3 Khoan tuần hoàn ngược dùng khí nén

Phương pháp này có nhiều ưu điểm như các thành phần được hút lên bên trong ống dẫn gồm khí, nước và mùn khoan không tác động trực tiếp đến các bộ phận của máy bơm. Ngoài ra, nếu đặt ống dẫn khí bên ngoài ống dẫn nước thì khả năng tải và kích thước của mùn khoan trong ống được tăng lên. Điểm quan trọng nhất với sơ đồ này là có thể khoan được các giếng khoan có chiều sâu rất lớn. Khi áp dụng hệ thống bơm nén khí, cần xác định được hệ số ngập của thiết bị bơm. Hệ số ngập này được xác định bằng công thức:

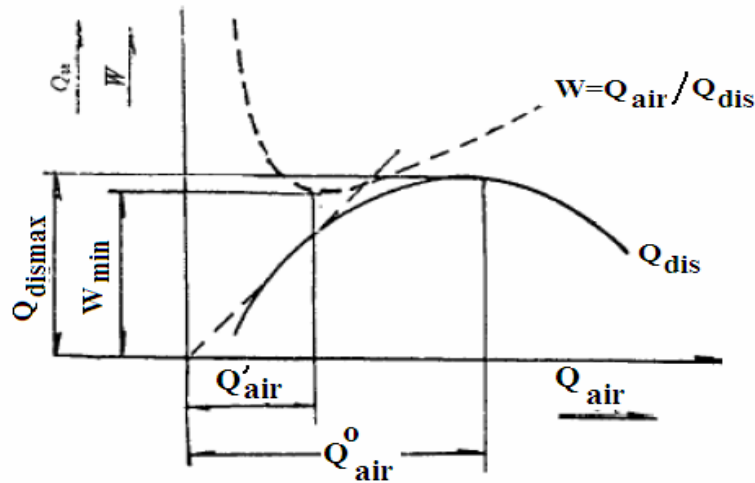
$$a = \frac{h_E}{h_E + h_O} \geq 0,5$$

Các tài liệu thống kê và khảo sát cho thấy rằng tỷ lệ giữa chiều sâu đến lỗ phun khí ($h_O + h_E$) và chiều sâu của lỗ khoan ($h_O + h_E + h_U$) trong khoảng từ 1:4 đến 1:10. Với điều kiện máy móc thiết bị hiện có ở Việt Nam, có thể khoan các giếng có chiều sâu tới 1000m bằng sơ đồ công nghệ này (Hình 6).

Các thông số quan trọng của phương pháp bơm nén khí là khả năng nâng và vận tốc dòng chảy của nó. Trên Hình **Error! Reference source not found.6**, h_O là chiều cao nâng tại thời điểm hệ thống bơm bắt đầu hoạt động, h_d là chiều cao nâng trong quá trình làm việc bình thường. Vận tốc dòng chảy của hệ thống bơm có quan hệ mật thiết với lưu lượng khí nén phun vào trong ống dẫn. Khi lưu lượng khí nén nằm trong một khoảng được xác định, vận tốc dòng chảy sẽ tăng cùng với sự gia tăng lưu lượng khí nén. Khi lưu lượng khí nén vượt quá giới hạn xác định, vận tốc của dòng chảy sẽ giảm khi lưu lượng khí tăng lên. Hình **Error! Reference source not found.7** giải thích mối quan hệ giữa vận tốc và lưu lượng khí. Khi lưu lượng khí là Q_{air} , vận tốc lớn nhất của hệ thống bơm là Q_{dismax} ; khi lưu lượng khí bằng Q'_{air} thì lưu lượng khí tương đối nhỏ nhất. Lưu lượng khí tương đối $W = Q_{air}/Q_{dis}$, W_{min} có nghĩa là đối với từng đơn vị nước được bơm lên lượng khí tiêu thụ là nhỏ nhất



Hình 6. Sơ đồ ngậm của hệ thống bơm



Hình 7. Sơ đồ thể hiện quan hệ giữa vận tốc bơm và lưu lượng khí

Khi W là nhỏ nhất thì hệ thống bơm nén khí sẽ tiêu thụ năng lượng ít nhất. Trên thực tế, quá trình làm việc của hệ thống bơm nén khí là một tiến trình biến đổi năng lượng, trong đó năng lượng giãn nở tạo ra khí khí nén giãn nở trong nước được biến thành thế năng của nước. Cột nước sẽ tiêu thụ một lượng năng lượng khi chảy trong cột ống dẫn, điều này dẫn đến vấn đề về hiệu suất của hệ thống bơm nén khí. Trên thực tế, hệ thống bơm nén khí là hệ thống bơm có hiệu suất thấp. Hoạt động giải phóng nhiệt của khí nén gần giống với phương trình sau:

$$A_i = \int_Q^{Q_o} p dv = P_o Q_o \ln(P / P_o)$$

Trong phương trình này:

A_i : hoạt động giải phóng nhiệt của khí nén

P_o : áp suất khí quyển

P : áp suất của khí nén

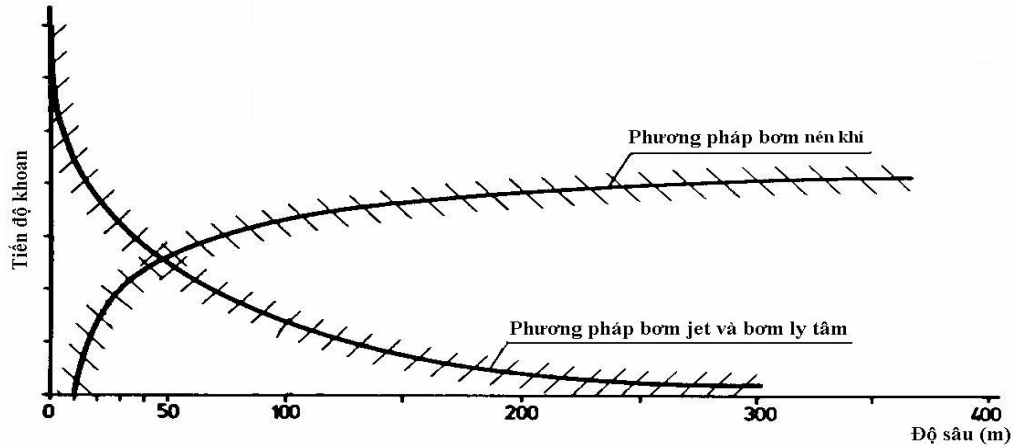
Q : lưu lượng khí với áp suất P

Q_o : lưu lượng khí với áp suất khí quyển

Vận tốc dâng lên của dung dịch bên trong cần khoan cần phải lớn hơn hoặc bằng tốc độ lắng của mùn khoan để đảm bảo mùn khoan trong cần khoan luôn ở trạng thái lơ lửng (không bị lắng đọng). Vận tốc để có thể tải mùn khoan lên bề mặt có thể được xác định theo công thức thực nghiệm sau:

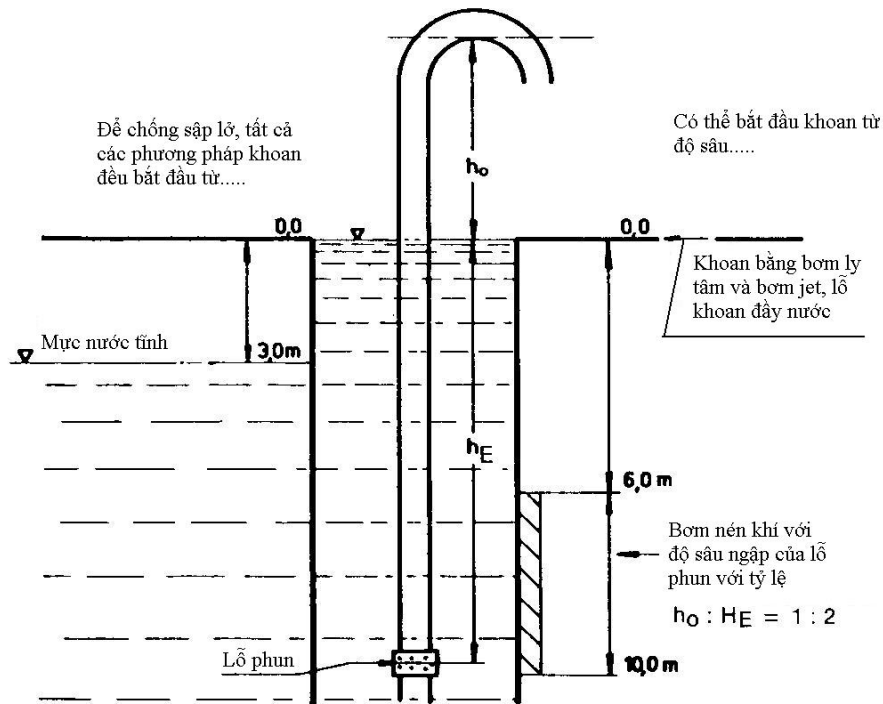
$$V_{\min} = 5,72x \left[\frac{df (rf - rl)}{rl} \right]^{1/2}$$

Trong công thức này: V_{\min} : vận tốc dâng nhỏ nhất của dòng dung dịch bên trong cần khoan (m/s); df : đường kính của mùn khoan (m); rf : tỷ trọng của mùn khoan và rl : tỷ trọng của dung dịch khoan. So với các phương pháp duy trì tuần hoàn khác như bơm ly tâm hoặc bơm phun, hiệu suất của phương pháp khoan sử dụng khí nén cao hơn rất nhiều. Đặc biệt, khi chiều sâu của lỗ khoan càng lớn thì hiệu suất của phương pháp dùng khí nén càng cao do khả năng hút và tải mùn khoan của nó, trong khi hiệu suất của các phương pháp khác giảm rõ rệt do giới hạn về khả năng hút (xem Hình **Error! Reference source not found.8**)



Hình 8. Sơ đồ so sánh hiệu suất của các phương pháp duy trì tuần hoàn

Tuy nhiên, phương pháp khoan dùng khí nén tuần hoàn dung dịch không thể bắt đầu khoan ngay từ mặt đất. Trong khoảng từ 6 đến 10m đầu tiên cần phải sử dụng các phương pháp khác để khoan như dùng bơm jet (phun) hoặc bơm ly tâm (xem Hình 9Error! Reference source not found.)



Hình 9. Các phương pháp để khoan bằng công nghệ THN

4. KẾT LUẬN

Từ các phân tích trên cho thấy rằng sơ đồ công nghệ sử dụng máy nén khí là hoàn toàn phù hợp khi thi công các giếng khoan khai thác tại vùng đồng bằng Nam Bộ. Thực tế áp dụng tại Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT miền Nam cho thấy rằng với máy nén khí có áp suất làm việc trung bình là $7\text{kg}/\text{cm}^2$ (loại máy nén khí thông dụng) có thể khoan được các giếng khoan sâu đến 500m với đường kính khoan nhỏ nhất là 400mm. Hiện nay, các loại máy nén khí đều có ở tất cả các đơn vị

thi công, vì vậy, việc áp dụng công nghệ khoan THN với sơ đồ công nghệ dùng máy nén khí là hoàn toàn khả thi.

SELECTING A PROPER TECHNOLOGICAL PROCESS USING REVERSE SYSTEM DRILLING METHOD FOR GROUNDWATER EXPLOITATION IN SOUTHERN VIETNAM

Tran Van Chung

Division of Hydrogeology and Engineering Geology for the South

***ABSTRACT:** Reverse circulation drilling is one of the most effective drilling method on drilling of high capacity water supply wells in soft sedimentary aquifer.*

Technological process of reverse system are:

- Counter flush drilling system*
- Suction drilling system.*
- Suction jet drilling system*
- Air-lift drilling system*

Based on drilling theory and reality of applying of RC drilling method, all the RC drilling systems will be analyzed for choosing the suitable system for Nambo area.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Văn Chung, *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ khoan tuần hoàn ngược trong khoan khai thác nước ngầm ở đồng bằng Nam Bộ*, LVThS 8-(2007), Đại học Bách khoa Tp. HCM
- [2]. Xu Liu Wan. *Kỹ thuật khoan giếng khoan cấp nước bằng công nghệ tuần hoàn ngược sử dụng khí nén*. Viện kỹ thuật thăm dò, Viện Hàn lâm các khoa học địa chất Bắc Kinh, (2004).
- [3]. Lê Kim Đồng và nnk. *Đề án cải tiến máy khoan hiện sử dụng công nghệ cũ sang sử dụng công nghệ khoan tuần hoàn ngược*. Liên đoàn Địa chất thủy văn, Địa chất công trình miền Nam đề xuất và thực hiện, Tp, HCM, (2000).