

VAI TRÒ CỦA pH TRONG XỬ LÝ NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÀ MÔ HÌNH LÀM SẠCH NƯỚC BẰNG VẬT LIỆU VÔ CƠ TỰ NHIÊN

Huỳnh Ngọc Sang

Khoa Địa Chất - Trường ĐH Khoa học Tự nhiên – ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 07 tháng 10 năm 2003)

TÓM TẮT: pH đóng vai trò hết sức quan trọng trong quá trình hóa lý của nước dưới đất. Chỉ số pH trong nước ngầm tầng nông ở Tp.Hồ Chí Minh ngày càng thấp dần (ngiên về môi trường acid) điều đó chứng tỏ nước ngầm ở Tp.HCM ngày càng bị ô nhiễm nhiều hơn.

Để xử lý nước ngầm bị ô nhiễm việc đầu tiên là phải đưa nó về môi trường trung tính (pH=7). Nhóm tác giả giới thiệu một số mô hình lọc nước bằng vật liệu vô cơ tự nhiên, vừa đơn giản, rẻ tiền và hiệu quả mà ai cũng có thể làm được.

I-MỞ ĐẦU:

Thành phố Hồ Chí Minh là một thành phố đông dân, dân cư kinh tế ngày càng phát triển, đặc biệt là công nghiệp và dịch vụ. Do đó, nhu cầu nước sử dụng cho sinh hoạt và công nghiệp ngày càng tăng. Hiện nay, nhu cầu nước sử dụng cho sinh hoạt và công nghiệp của Tp.HCM là 1,5 triệu m³/ngày. Trong đó hệ thống nước máy do nhà nước quản lý đáp ứng được khoảng 60%-70%. Số còn lại là do nhân dân và các xí nghiệp tự lo liệu bằng cách khai thác nước ngầm ở các độ sâu khác nhau tùy theo điều kiện kinh tế của các đơn vị và hộ gia đình thông thường ở độ sâu 25-35m cho đến 60-70m (tầng I và tầng II). Các hộ gia đình thường khai thác nước ngầm ở tầng I vì có giá khoan và lắp đặt thiết bị rẻ, vừa với túi tiền mọi người, lưu lượng đủ cung cấp cho sinh hoạt gia đình. Nhưng nước ngầm tầng nông của khu vực Tp.HCM có nhược điểm là dễ bị nhiễm bẩn do một số khu vực không có lớp sét cách nước che chắn bên trên, nước mặt hòa tan các chất bẩn thấm trực tiếp xuống tầng dưới. Một trong những biểu hiện của nhiễm bẩn nước ngầm tầng nông khu vực Tp.HCM là chỉ số pH ngày càng hạ thấp [5].

II-VAI TRÒ CỦA CHỈ SỐ pH TRONG PHẢN ỨNG HÓA LÝ CỦA NƯỚC:

Nồng độ của các ion Hidro trong dung dịch nước không phụ thuộc vào nguồn gốc của chúng và được xác định bằng số ion của nước: $K_w=[H^+][OH^-]$.

Với nước tinh khiết, ở nhiệt độ 25°C có nồng độ ion H⁺ bằng nồng độ ion OH⁻ :

$[H^+]=[OH^-]=10^{-7}$ mol/l. Trong thực tế người ta hay biểu thị tính acid hay tính kiềm của nước bằng đại lượng pH, $pH = -\log[H^+]$. Khi pH=7, nước có tính trung tính, pH>7 nước có tính kiềm, pH<7 nước có tính acid.

Vai trò của pH trong nước có ý nghĩa quan trọng trong các quá trình hóa lý. Khi xử lý nước bằng hóa học, quá trình chỉ có hiệu quả tối ưu với một giá trị pH nhất định, trong những điều kiện nhất định. Đối với nước dưới đất nói chung, pH có thể thay đổi từ 1.8 ÷ 11; thông thường từ 5 ÷ 8. Đặc biệt ở khu vực Tp.HCM, trong nước ngầm nông pH ngày càng hạ thấp, có những vùng hiện nay pH đang ở ngưỡng trên trên dưới 4.5 như Quận 12, Hóc Môn, Tân Bình, Gò Vấp [6].

Độ acid trong nước tự nhiên là do CO₂ hoặc acid vô cơ quyết định. Hàm lượng CO₂ có thể có trong nước do hấp thụ từ các loại khí trong không khí hoặc do quá trình oxi hóa sinh học các chất hữu cơ trong nước tạo thành CO₂ và nước. Các acid vô cơ thường có nhiều trong nước ngầm khi chảy qua các vùng mỏ hoặc đi qua các loại đá, có chứa các hợp chất lưu huỳnh như FeS₂...

- Độ kiềm trong nước tự nhiên là do sự thủy phân các muối của acid yếu (có cả kiềm yếu và kiềm mạnh). Ngoài ra còn một số các acid hữu cơ bền với quá trình oxi hóa sinh học, do hoạt động của tảo tiêu thụ CO₂ trong nước làm tăng pH.
- Độ kiềm được định nghĩa là giá trị bao gồm tất cả các hợp chất hoà tan trong nước có thể trung hòa với acid. Độ kiềm trong nước dưới đất được tạo bởi các ion cacbon vô cơ hiện diện trong dung dịch. Do đó khi đo đặc giá trị độ kiềm, ta có thể tính được giá trị nồng độ HCO₃⁻ và CO₃²⁻ trong nước dưới đất.

Thông thường nước dưới đất tầng nông đều chứa HCO₃⁻ với hàm lượng khá cao. Tuy nhiên hiện nay ở khu vực ở Tp.HCM do nhiều nguyên nhân mà nước ngầm tầng nông đều có giá trị độ acid cao và HCO₃⁻ ít hiện diện trong dung dịch [3].

- pH đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc hình thành chất lượng nước và quá trình xử lý nước. Ta hãy xem bảng đối chiếu sau đây:

Chỉ tiêu	Rất tốt	Tốt	Xấu	Rất xấu
BOD ₅ , mg/l	0.75 ÷ 1.5	1.5 ÷ 2.5	2.5 ÷ 4	>4
Số vi khuẩn Coliform Trung bình /100ml	50 ÷ 100	100 ÷ 5000	5000 ÷ 20.000	
pH	6 ÷ 8.5	5 ÷ 6	3.8 ÷ 5	<3.8
Clor, mg/l	< 50	50 ÷ 250	250 ÷ 600	>600
Fluor, mg/l	<1.2	1.5 ÷ 3	>3	

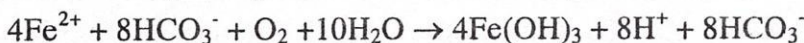
- pH có ý nghĩa hết sức quan trọng trong quá trình xử lý nước nó giúp cho quá trình kết bông, tạo cặn, làm mềm nước, khử sắt, diệt khuẩn, ...
- Vật liệu lọc vô cơ thường dùng là sỏi, sạn, cát, than, ... các vật liệu thường có bề mặt âm với giá trị pH từ 7 ÷ 9. Để tạo các hạt bông, keo sắt trong quá trình lọc, hiệu quả cao nhất ở pH = 7 (Theo Omelia và Stump) và pH = 7 ÷ 9 (Theo Stanley) [7].
- Các ion kim loại có hóa trị cao như Al³⁺, Fe³⁺ sẽ tạo ra trong nước các sản phẩm thủy phân khác nhau ở các giá trị pH cao thấp khác nhau. Các liên kết ion này tồn tại và tích điện, nhưng ở một giá trị pH trung bình nào đó thì chỉ có mặt các hydroxit Nhôm và Sắt được kết tủa và chúng lắng xuống đáy.

Ví dụ: Phương trình thủy phân của Nhôm: $Al^{3+} + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3H^+$

Phản ứng giải phóng ra các ion H⁺ và sẽ được khử bằng độ kiềm tự nhiên của nước (giá trị bằng HCO₃⁻). Trường hợp độ kiềm tự nhiên của nước thấp (pH thấp) không đủ trung hòa ion H⁺ thì cần phải làm kiềm hóa nước (tăng pH lên).

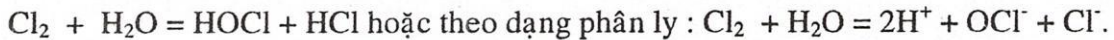
Khi pH < 4.5 thường xảy quá trình thủy phân; khi pH > 7.5 làm cho muối kiềm kém tan, hiệu quả keo tụ bị hạn chế. Thông thường phen nhôm đạt hiệu quả keo tụ cao nhất khi pH = 5.5 ÷ 7.5.

- Phản ứng của quá trình oxi hóa Fe xảy ra như sau:



Thế oxi hóa khử cần thiết cho quá trình oxi hóa trên thường phụ thuộc vào pH và được tính theo công thức $Eh = 1.34 + 0.177pH$. Nếu pH của nước càng lớn thì thế oxi hóa càng nhỏ và quá trình khử sắt diễn ra càng nhanh.

- Trong trường hợp khử trùng nước bằng Clo hoặc hợp chất Clo thì pH trung tính của nước giúp cho quá trình khử đạt hiệu quả cao khi cho Clo vào trong nước, phản ứng diễn ra như sau:



Khả năng diệt trùng của Cl^- phụ thuộc vào hàm lượng HOCl có trong nước, và HOCl phụ thuộc vào lượng ion H^+ (pH) của nước.

pH = 6 thì HOCl chiếm 99.5% còn OCl^- chiếm 0.5%.

pH = 7 thì HOCl chiếm 79% còn OCl^- chiếm 21%.

pH = 8 thì HOCl chiếm 25% còn OCl^- chiếm 75%.

Điều đó cho thấy pH càng tăng cao, hiệu quả khử trùng nước bằng Clo càng giảm.

- pH cũng ảnh hưởng đến quá trình làm mềm nước, phản ứng làm mềm nước sẽ diễn ra triệt để khi đã đạt đến cân bằng bão hòa của $CaCO_3$ và $Mg(OH)_2$ trong nước. Ở trạng thái bão hòa đó, độ ổn định của nước được biểu thị một giá trị pH_c nào đó theo công thức: $pH_c = pH_s + \Delta pH$ (pH_c : độ pH bão hòa của nước ở cuối quá trình làm mềm; pH_s : độ pH của nước ở trạng thái tự nhiên; ΔpH : lượng dư các ion OH^- cần bổ sung để tăng tốc độ phản ứng lắng cặn; trong trường hợp khử, độ cứng cacbonat, $\Delta pH = 0.5$)

III-GIỚI THIỆU MỘT SỐ MÔ HÌNH XỬ LÝ NƯỚC NGẦM ĐƠN GIẢN BẰNG VẬT LIỆU VÔ CƠ ĐÃ ĐƯỢC THỬ NGHIỆM TẠI TPHCM.

- Nước lỗ hổng trong trầm tích Pleistocen và Pliocen ở khu vực Tp.HCM là đa dạng và phong phú còn trong trầm tích Holocen nước có chất lượng kém và lưu lượng hạn chế. Phần lớn nước sinh hoạt của các hộ gia đình đều lấy trong trầm tích Pleistocen, các xí nghiệp thường khai thác nước trong tầng Pliocen. Cả hai tầng này nước nhiều nơi bị nhiễm phèn (hầu hết là phèn sắt), có pH thấp.
- Vì vậy có thể dùng các mô hình lọc nước đơn giản bằng vật liệu vô cơ như sạn, sỏi, cát, than, ... vừa rẻ tiền vừa dễ tìm, đơn giản để làm bộ lọc xử lý nước. Tùy theo điều kiện kinh tế mà có thể tự thiết kế từ mô hình đơn giản nhất như dùng xô, vại, phuy nhựa đến loại trung bình như hệ thống lọc bằng ống PVC $\phi 114$ hoặc cao cấp hơn là hồ chứa lọc 2 ngăn, 3 ngăn, ...
- Lọc là quá trình làm sạch nước thông qua lớp vật liệu lọc nhằm tách các cặn lơ lửng, các thể keo tụ và ngay cả các vi sinh vật có trong nước. Kết quả lọc sẽ cho nước có chất lượng tốt hơn về mặt vật lý, hóa học và sinh học.
 - Nếu thiết kế bộ lọc có dòng chảy từ trên xuống thì vật liệu có kích thước nhỏ nằm trên, to nằm dưới. Bộ lọc này có ưu điểm do chênh lệch áp lực, tốc độ thấm nhanh. Nhược điểm là vật liệu nhỏ nằm trên hấp thu các hạt lơ lửng trong nước làm giảm độ rỗng và khi cần rửa vật liệu lọc, phải dùng dòng nước thổi ngược từ dưới lên làm xáo trộn vật liệu lọc.
 - Nếu thiết kế bộ lọc có dòng chảy từ dưới lên, vật liệu kích thước nhỏ nằm trên, to nằm dưới. Ưu điểm là nước cần lọc tiếp xúc với hạt to trước, trở lực không đáng kể, một số vật liệu lơ lửng được giữ lại, sau đó qua lớp vật liệu

trung bình và cuối cùng là vật liệu nhỏ nhất (Cát). Do đó hệ thống lọc dùng được lâu dài, nước được lọc tốt hơn. Nhược điểm là lưu lượng thấp, thuận lợi cho những nơi có bồn nước đặt trên cao.

- Thông thường người ta sử dụng các vật liệu lọc dễ tìm, đơn giản, rẻ tiền, đó là sạn, sỏi, cát, đá hoặc khoáng cacbonat, than hoạt tính hoặc than củi đập vụn ra. Trong đó than có tác dụng hấp thu mùi, cặn lơ lửng nhỏ và keo sắt. Cát, sạn, sỏi là những vật liệu có khả năng hấp thu vật lý, giữ lại các loại cặn lơ lửng trong nước. Khoáng hoặc đá cacbonat có tác dụng nâng độ pH của nước, giữ nước ở trạng thái cân bằng.
- Mô hình bộ lọc mà nhóm tác giả thử nghiệm tuân thủ theo nguyên tắc nâng pH trong khoảng 6÷8.5, tổng độ cứng không vượt quá 300mgCaCO₃/l (TCVN5944-1995); dễ lắp đặt, rẻ tiền và ai cũng có thể làm được. Nếu bộ lọc xuôi thì tăng bề dày cát, lọc ngược thì giảm bề dày cát và tăng bề dày khoáng đá cacbonat.

Sau đây là một số kết quả do nhóm tác giả thử nghiệm:

*Kết quả triển khai ở các hộ gia đình theo mô hình dùng phuy nhựa chứa vật liệu lọc (số 108/18/46 đường 3/2 Q10); mô hình lọc dạng ống thẳng đứng (số 18A Nguyễn Ảnh Thủ, Q12) và mô hình lọc bằng hồ chứa 3 ngăn (số A3 ấp 3 xã Phước Kiển, Nhà Bè).

TT	Các chỉ tiêu	Đơn vị	Kết quả*		Kết quả **		Kết quả ***		TC20TCVN
			Trước khi xử lý	Sau khi xử lý	Trước khi xử lý	Sau khi xử lý	Trước khi xử lý	Sau khi xử lý	
1	pH		4.35	6.98	5.32	6.17	5.56	7.50	6.5-8.5
2	Màu		không	không	không	không	đỏ	không	
3	Mùi		không	không	không	không	không	không	không
4	Độ cứng TC	mgCaCO ₃ /l	40.00	250.00	25.00	75.00	60.00	290.00	<300
5	Cl-	mg/l (ppm)	22.50	20.00	72.50	70.00	322.85	315.50	<400
6	HCO ₃ -	mg/l (ppm)	6.10	314.15	61.00	109.80	54.90	152.50	
7	Ca ²⁺	mg/l (ppm)	2.00	78.20	4.00	24.00	20.04	66.13	75-100
8	Mg ²⁺	mg/l (ppm)	8.40	13.20	3.60	3.60	2.40	30.00	
9	Fetc	mg/l (ppm)	0.40	0.18	0.20	0.14	2.52	0.08	<0.30
10	NO ₃ -	mg/l (ppm)	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00

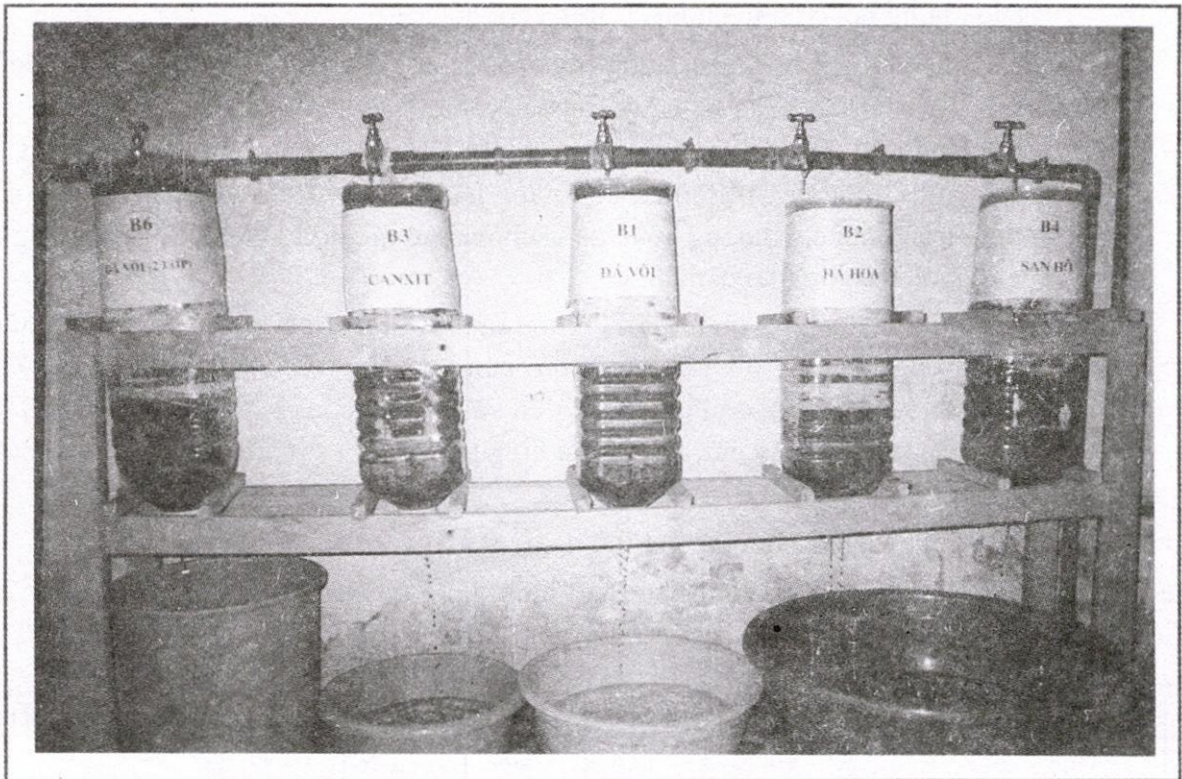
Ghi chú:

*18A Nguyễn Ảnh Thủ Q12 Tp.HCM, lưu lượng 120 l/giờ.

**108/18/46 đường 3/2 Q10 Tp.HCM, lưu lượng 150 l/giờ.

***A3 Ấp 3 xã Phước Kiển Nhà Bè Tp.HCM, lưu lượng 240 l/giờ.

*Kết quả xử lý nước ngầm theo mô hình trong phòng thí nghiệm do sinh viên Hoàng Hương Nga thực hiện [3]



Hình 1: Thí nghiệm xử lý chỉ số pH

Sau (ngày)	Nước			B1				B2			
	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}	V	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}	V	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}
1	4.39	22	12	1.56	6.32	52	50	1.25	5.94	64	50
5	4.42	34	6	1.146	6.35	74	70	1.04	5.99	68	60

Sau (ngày)	B3				B4				B6			
	V	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}	V	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}	V	pH	H ⁰ _{TC}	H ⁰ _{Ca}
1	2.29	6.0	66	60	3.125	5.71	44	30	2.60	5.88	80	60
5	2.29	6.12	86	82	3.125	5.86	62	38	2.29	6.07	60	60

V (10⁻²l/s.m)

H⁰_{TC}, H⁰_{Ca} (mgCaCO₃/l)

KẾT LUẬN:

Từ những nghiên cứu lý thuyết, thử nghiệm trong phòng và áp dụng mô hình lọc nước ngoài thực tiễn của các hộ gia đình ở những vùng có chất lượng nước ngầm khác nhau, chúng tôi nhận thấy rằng:

-Mô hình lọc nước để xử lý nước ngầm bằng vật liệu vô cơ có sẵn, dễ tìm để xây dựng mô hình đơn giản, khả thi, phù hợp với điều kiện kinh tế của từng hộ gia đình là có cơ sở.

-Mô hình lọc bằng vật liệu vô cơ tự nhiên làm cho pH nước ngầm tăng lên từ 4.35 đến 7.5. Tổng độ cứng của nước sau khi xử lý có tăng lên nhưng đều < 300mg/l, Cl⁻, HCO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺ có tăng lên sau khi xử lý nhưng đều nhỏ hơn tiêu chuẩn cho phép của Việt Nam (TC20TCVN)

-Đặc biệt xử lý bằng vật liệu vô cơ, làm cho hàm lượng sắt tổng cộng giảm xuống rất đáng kể, giải quyết tốt cho khu vực có nước ngầm bị nhiễm phèn sắt.

-NO₃⁻ là biểu hiện của ô nhiễm chất hữu cơ. Ô nhiễm chất hữu cơ trong nước ngầm tầng nông ở Tp.HCM là đáng báo động [5]. Vì vậy bộ lọc bằng vật liệu vô cơ có khả năng làm giảm hàm lượng NO₃⁻ trong nước ngầm, đáp ứng nhu cầu nước sinh hoạt cho nhân dân. Tuy

nhiên, vấn đề xử lý NO_2^- , NO_3^- trong nước ngầm là khá phức tạp. Do đó, cần phải được thử nghiệm bộ lọc bằng vật liệu theo mô hình vừa nêu trên ở nhiều mẫu nước ngầm có mức độ ô nhiễm NO_2^- , NO_3^- khác nhau thì mới có kết luận chính xác được. Đây là kết quả bước đầu, chúng tôi sẽ nghiên cứu tiếp tục vấn đề này và sẽ có những công bố tiếp theo.

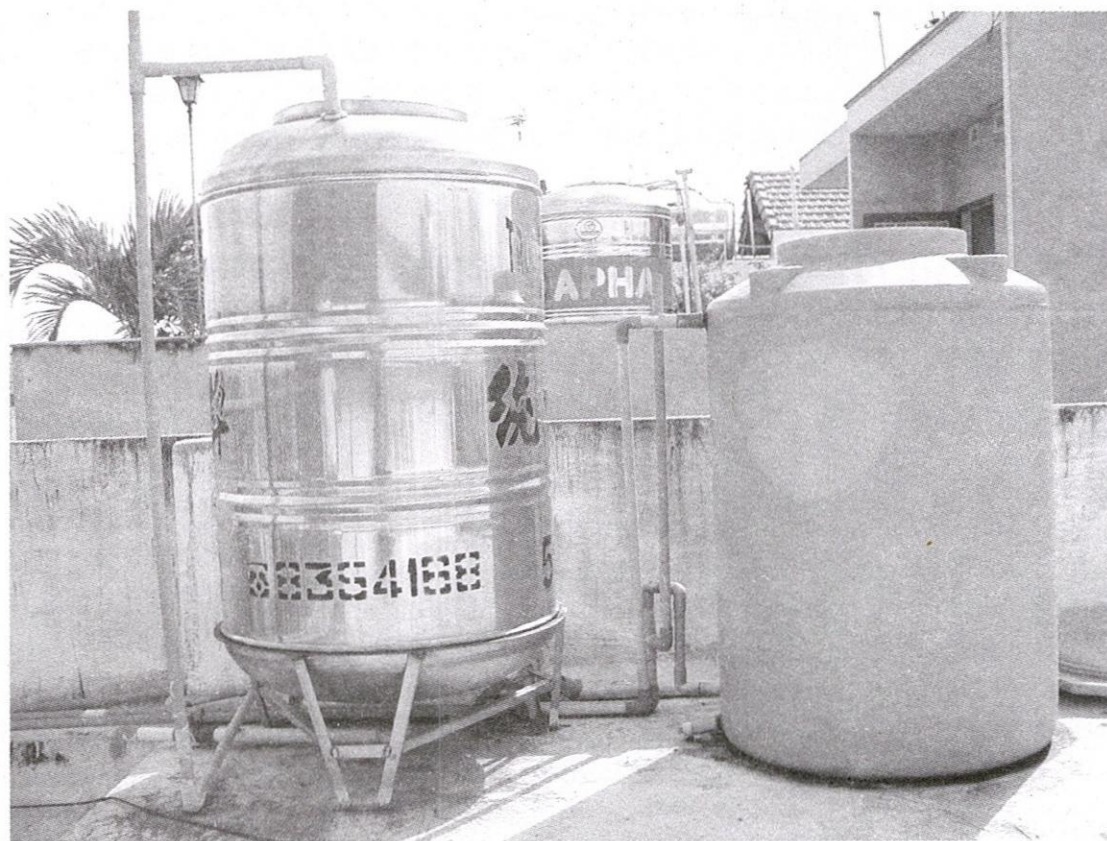
THE ROLE OF pH IN TREATING OF GROUND WATER AND MANY FILTER MODELING BY THE NATURAL INORGANIC MATERIALS

Huynh Ngoc Sang

ABSTRACT: In physical and chemical processes of ground water, pH is a very important parameter. PH parameter of ground water in HCM city is lower and lower (the acidity of ground water is high). This shows that the ground water in HCM city is polluted more and more. In treating process, at first, the polluted ground water must be treated pH parameter by a natural reaction. The natural reaction will make the natural ground water with pH=7. We show many filter models in which we use the natural inorganic materials. They are normal, cheap and very good. People can use them to filter the polluted ground water at their house.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. I.Grulơ (1985) - *Công trình làm sạch nước thải loại nhỏ*. NXB Xây Dựng, Hà Nội.
- [2]. Vũ Ngọc Kỳ, Nguyễn Thượng Hùng, Tôn Sĩ Kính và nnk (1985), *Địa chất thủy văn đại cương*. NXB ĐH Trung học Chuyên nghiệp, Hà Nội.
- [3]. Hoàng Hương Nga (2002), *Đánh giá hiện trạng và xử lý pH bằng đá và khoáng cacbonat*-Luận văn tốt nghiệp Khoa Địa chất, trường ĐH Khoa học Tự nhiên.
- [4]. Huỳnh Ngọc Sang, *Các mô hình thử nghiệm lọc nước bằng vật liệu vô cơ*, tài liệu lưu trữ tại Bộ môn Địa chất Thủy văn-Địa chất công trình.
- [5]. Huỳnh Ngọc Sang, Võ Thị Kim Loan (12/1999), *Đánh giá hiện trạng ô nhiễm nước ngầm tầng nông Tp.HCM*-Đề tài NCKH cấp Bộ, Thư viện Cao học ĐH Khoa học tự nhiên Tp.HCM
- [6]. Trịnh Hữu Tuấn (12/2000), *Một số vấn đề liên quan đến việc khai thác nước dưới đất chủ yếu tầng Pleistocen (Q_{1-II}) khu vực nội thành Tp.HCM*-Luận án Cao học.
- [7]. Sổ tay xử lý nước (tập I&II) (1999), *Trung tâm đào tạo ngành nước và môi trường*. NXB Xây dựng, Hà Nội.
- [8]. Tiêu chuẩn cho nước sinh hoạt TC20VN-1995.



Hình 2 – Mô hình lọc dạng bồn nhựa



Hình 3 – Mô hình lọc dạng hồ chứa 3 ngăn