

# Vật liệu xúc tác oxy hóa và công nghệ Aluwat xử lý nước ngầm nhiễm phen

Nguyễn Thạc Sứ\*, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Đình Thành,  
Hoàng Hải Phong, Nguyễn Nghĩa Long

*Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng tại Tp Hồ Chí Minh, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Nhận ngày 05 tháng 7 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 17 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 01 tháng 9 năm 2016

**Tóm tắt:** Trong nước ngầm thường chứa các hợp chất của sắt ở dạng hoà tan. Việc loại sắt được thực hiện bởi cơ chế chuyển các ion  $Fe^{+2}$  hoà tan thành các ion  $Fe^{+3}$  kết tủa dưới dạng hydroxyt và keo tụ. Trong thành phần hạt keo mới hình thành có các ion  $Fe^{+3}$  và các ion khác của các muối hoà tan trong nước. Do đó, sau xử lý, ngoài sắt ra, hàm lượng các muối tan khác cũng giảm đi đáng kể. Vật liệu xúc tác và công nghệ Aluwat tạo môi trường, điều kiện thích hợp và thuận lợi cho quá trình xử lý nước ngầm nhiễm phen với hiệu quả cao. Công nghệ Aluwat đã được thực hiện với công suất từ hàng chục đến hàng ngàn m<sup>3</sup>/ngày-đêm.

Từ khóa: Xử lý nước, Aluwat.

## 1. Đặt vấn đề

Theo thống kê của ngành địa chất, khoảng 60-70% nguồn nước ngầm trên lãnh thổ Việt Nam có nhiễm phen. Nước ngầm nhiễm phen khai thác lên thường có mùi tanh kim loại, giặt áo quần bị ố vàng, khi pha trà bị biến màu, mất hương vị và dễ gây các bệnh về tiêu hóa. Trong nước ngầm nhiễm phen thường chứa các hợp chất của sắt ở dạng hoà tan có hóa trị II ( $Fe^{+2}$ ) như sắt bicarbonat, clorua, sulfat hoặc trong thành phần keo mịn, lượng khí CO<sub>2</sub> thường cao và độ pH thấp. Vì vậy, vật liệu và công nghệ xử lý nước ngầm chủ yếu là cung cấp oxy để khử khí CO<sub>2</sub>, nâng độ pH và tham gia vào quá trình oxy hóa  $Fe^{+2}$ .

## 2. Nghiên cứu tổng hợp vật liệu xúc tác oxy hóa Aluwat

Chúng tôi đã nghiên cứu tổng hợp vật liệu xúc tác oxy hoá nhiều thành phần, được gọi là vật liệu xúc tác Aluwat. Vật liệu này được tổng hợp từ các nguyên liệu có sẵn trên thị trường Việt Nam. Quá trình tổng hợp được thực hiện trong các điều kiện nhiệt độ và môi trường thích hợp, cùng với việc sử dụng một số phụ gia cấu kết cần thiết để ổn định hoạt tính xúc tác, tạo độ bền về cơ học và hoá học của vật liệu trong môi trường nước.

Vật liệu xúc tác này có khả năng nâng và tạo hệ đệm pH cho môi trường nước khai thác cần xử lý, xúc tác nhanh quá trình oxy hoá  $Fe^{+2}$  thành  $Fe^{+3}$  trong dải pH rộng, thường xuyên kích thích quá trình tự xúc tác của hệ nên có thể làm việc ổn định theo thời gian mà không cần tái sinh hoạt tính. Vật liệu xúc tác có dạng viên

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-61-403 274 850  
Email: thacsuu@gmail.com

bi bền trong nước, không gây nhiễm bẩn và độc hại khi cho nước đi qua. Tỷ lệ hao mòn hàng năm khoảng 5-8% với hàm lượng sắt trong nước khoảng 20 mg/l. Đó là vật liệu đa năng hữu hiệu và quan trọng phục vụ cho công nghệ xử lý nước ngầm nhiễm phèn, đã được xác minh qua thực tế triển khai.

Vật liệu Aluwat có một số đặc trưng kỹ thuật sau đây:

Kích cỡ viên hình cầu, đường kính 1-1,5 cm

Mật độ chất đông: 1,2 kg/dm<sup>3</sup>

Độ bền nén: 3,4-3,6 kg/cm<sup>2</sup>

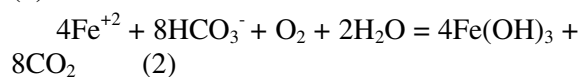
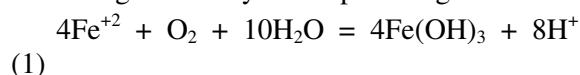
Đương lượng trao đổi: 0,05 ptg Fe/kg vật liệu

Vận tốc lọc cho phép: 8-20 m<sup>3</sup>/giờ

Thời gian tiếp xúc hiệu quả: 6-10 phút

### 3. Công nghệ Aluwat xử lý nước ngầm nhiễm phèn sắt

Trong nước ngầm nhiễm phèn tùy từng vùng miền, hàm lượng sắt tan khác nhau (khoảng 0,5-50 mg/l), độ pH thấp (3,5-6) và khí CO<sub>2</sub> cao (25-250 mg/l). Các hợp chất của sắt trong nước thường là Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, FeSO<sub>4</sub>, FeCl<sub>2</sub> hoặc trong thành phần keo mịn. Khi tiếp xúc với không khí sẽ xảy ra các phản ứng:



Việc loại sắt tan trong nước ngầm được thực hiện bằng quá trình chuyển hoá các ion Fe<sup>+2</sup> tan thành các ion Fe<sup>+3</sup> kết tủa dưới dạng Fe(OH)<sub>3</sub>, hoặc keo tụ có thành phần là các ion Fe<sup>+3</sup> và các ion khác như Al<sup>+3</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, S<sup>-2</sup>... của các muối tan trong nước ngầm. Do đó, sau xử lý, ngoài sắt tan, hàm lượng các muối tan khác cũng giảm theo.

Trong điều kiện bình thường, các phản ứng hoá học trên tiến hành chậm và phụ thuộc vào nhiều điều kiện, yếu tố khác nhau trong môi trường xử lý.

*Thiết bị của công nghệ Aluwat bao gồm:*

#### 3.1. Bộ phận cung cấp oxy và khử khí

Đối với những hệ xử lý trực tiếp nguồn nước ngầm vừa khai thác, một trong các biện pháp cần thiết để khử sắt tan trong nước là cung cấp oxy, cụ thể là bơm không khí vào nước. Hai phương pháp thường được sử dụng là cung cấp oxy tự do và cưỡng bức.

Chúng tôi sử dụng phương pháp cưỡng bức và thiết bị gọi là Deaerator có các đặc tính

Mật độ xối cao

Bề mặt tiếp xúc giữa không khí và nước rất lớn, vì nước trong Deaerator được tạo thành các màng mỏng

Chủ động điều chỉnh được lượng không khí cần cung cấp

Kích thước gọn gàng. Không cần các kết cấu xây dựng.

Đối với nguồn nước ngầm cần xử lý có hàm lượng phèn thấp hay công suất nhỏ có thể dùng các ejector khí để cung cấp oxy.

#### 3.2. Bộ phận tạo môi trường và các phản ứng chính của công nghệ Aluwat

Trong thiết bị này chứa hạt xúc tác tạo điều kiện chuyển đổi và ổn định độ pH môi trường, thế oxy hoá khử xúc tác chọn lọc để chuyển Fe<sup>+2</sup> hoà tan thành Fe<sup>+3</sup> kết tủa dưới dạng hydroxyt hay keo kèm theo cả các ion của các muối tan như Al<sup>+3</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mn<sup>+2</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Cl<sup>-</sup>, S<sup>-2</sup>... cần xử lý. Một phần các hạt keo bám tạm thời vào hạt xúc tác được loại đi cuối chu kỳ xử lý bằng xả ngược.

#### 3.3. Bộ phận lọc tinh Polishing

Vật liệu được chứa là cát chuyên dụng, than hoạt tính dùng loại keo tủa, các hợp chất khác, cả màu và mùi trước khi đưa vào bể chứa để sử dụng. Các phản ứng hấp phụ và keo tụ diễn ra trong bộ phận này.

Sau một quá trình nghiên cứu và triển khai ứng dụng vào thực tế vật liệu xúc tác và công nghệ Aluwat cho các đối tượng khác nhau, chúng tôi rút ra một số nhận xét như sau:

Vật liệu xúc tác Aluwat làm việc ổn định trong thời gian dài mà không cần tái sinh hoạt tính, chỉ cần bổ sung lượng hao hụt do mài mòn cơ học khi dòng nước chảy qua

Hiệu quả xử lý của thiết bị khá cao, vận hành và quản lý đơn giản

Thiết bị gọn nhẹ, chi phí xây dựng thấp

Có thể áp dụng để nâng cao hiệu quả của các công trình xử lý hiện có sẵn

Để xử lý nước mặt, cần bổ sung thêm chất keo tụ (phèn nhôm, PAC ...)

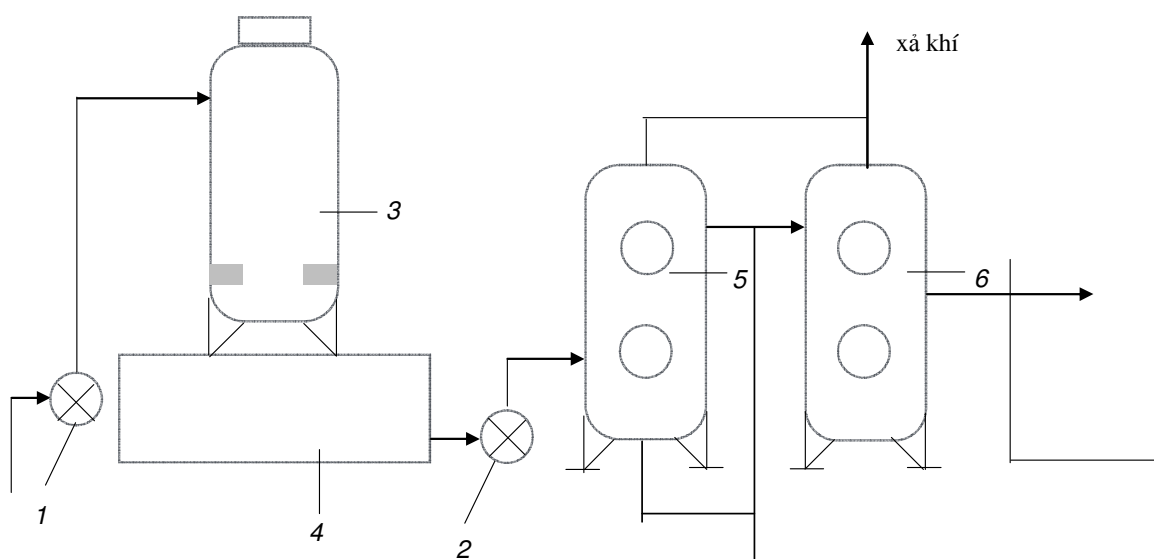
Công nghệ Aluwat đã được thực hiện với công suất từ hàng chục đến hàng ngàn m<sup>3</sup>/ngày-đêm.

Công nghệ Aluwat giải quyết triệt để các muối sắt tan trong nước ngầm đồng thời loại khí CO<sub>2</sub> và nâng độ pH. Các công đoạn này diễn biến liên tục và liên quan mật thiết với

nhau. Việc loại sắt được thực hiện bởi cơ chế oxy hóa các ion Fe<sup>+2</sup> hòa tan thành các ion Fe<sup>+3</sup> kết tủa dưới dạng hydroxyt và keo tụ. Trong thành phần hạt keo mới hình thành có các ion Fe<sup>+3</sup> và các ion khác của các muối hòa tan trong nước. Do đó, ngoài sắt ra, hàm lượng các muối tan khác cũng giảm đi đáng kể. Tiếp sau là công đoạn lọc qua cát để nhận được nước trong và sạch đáp ứng các chỉ tiêu quy định của nhà nước.

Thiết bị và vật liệu xúc tác Aluwat tạo môi trường và điều kiện tối ưu như cung cấp oxy, nâng và ổn định (đệm) độ pH môi trường, nâng thế oxy hoá khử trên bề mặt của vật liệu và xúc tác chọn lọc cho hai phản ứng trên xảy ra với hiệu suất cao.

Sơ đồ công nghệ Aluwat được trình bày ở hình dưới đây.



- |                      |                     |                       |
|----------------------|---------------------|-----------------------|
| 1. Bơm hút           | 4. Bể điều hòa      | 7. Bể chứa nước sạch  |
| 2. Bơm đẩy           | 5. Bộ phận khử sắt  | —————> Đường nước cấp |
| 3. Bộ phận Deaerator | 6. Bộ phận lọc tinh | ————— Đường rửa ngược |

#### 4. Kết quả triển khai ứng dụng

Công nghệ Aluwat đã được triển khai thành công ở nhiều tỉnh thành trong cả nước ở nhiều công suất và quy mô khác nhau. Sản phẩm thu

được đều đạt các chỉ tiêu về nước sạch sinh hoạt cho thành phố theo tiêu chuẩn hiện hành của Bộ Y Tế. Dưới đây là một số công trình xử lý đặc trưng:

TT	Địa điểm công trình	Công suất (m <sup>3</sup> /ngày-đêm)
1	Trạm y tế xã Nhân Đức - Nhà Bè - Tp Hồ Chí Minh	30
2	Xã Trà Côn - Trà Côn - Vĩnh Long	60
3	Xã Tân Trụ - Cần Đước - Long An	100
4	Xã Hoà Hưng - Xuyên Mộc - Vũng Tàu	160
5	Xã Đông Thái - An Biên - Kiên Giang	400
6	Công ty dệt Thắng Lợi - Tp Hồ Chí Minh	3000
7	Xí nghiệp thuốc lá Khánh Hoà - Tp Nha Trang	1200
8	Xã Đình Bảng - Từ Sơn - Bắc Ninh	1400
9	Trại giam Z30D - Bình Thuận	600

Tóm lại, sau khi thực hiện đề tài này, chúng tôi đã thu được vật liệu xúc tác Aluwat chuyên dụng hữu hiệu và công nghệ Aluwat đơn giản, rẻ tiền, đa công suất với hiệu quả cao.

#### 5. Một số thông tin liên quan

Công nghệ Aluwat được nghiên cứu triển khai dưới dạng hợp khối bằng vật liệu composite rất phù hợp với mô hình các nước nổi mạng ở nông thôn, được phổ biến và áp dụng rộng rãi cho các cộng đồng nông thôn miền Nam như một sản phẩm dân dụng, được nhiều đơn vị cấp nước địa phương đưa vào các dự án đầu tư của UNICEF, WORLD BANK, AUSAID ... Nhiều bộ thiết bị Aluwat đã được triển khai sử dụng ở Tp Hồ Chí Minh, Tây Ninh, Long An, Vĩnh Long, Cần Thơ, Kiên Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Đắc Lắc, Đồng Nai, Bình Phước ...

Ban chỉ đạo quốc gia về nước sạch và vệ sinh môi trường nông thôn đã giới thiệu đoàn chuyên gia của tổ chức UNICEF và WORLD BANK vào tham quan và tìm hiểu về công nghệ Aluwat của chúng tôi. Sau khi tham quan hai

công trình tại huyện Nhà Bè Tp Hồ Chí Minh, đoàn đã có văn bản nhận xét và đánh giá như sau:

“Phân viện Khoa học Vật liệu tại Tp Hồ Chí Minh (nay là Viện Khoa học Vật liệu Ứng dụng tại Tp Hồ Chí Minh) đã triển khai quy trình xử lý nước ngầm đơn giản và giá thành rẻ để điều chỉnh độ pH và tách kim loại gọi là Aluwat. Chúng tôi đã được tham quan hai công trình xử lý gần Tp Hồ Chí Minh và tin rằng Aluwat thực sự là một tiến bộ lớn trong lĩnh vực xử lý nước phục vụ cho cả nông thôn và thành thị. Một cơ sở mà chúng tôi được tham quan có hàm lượng sắt là 35 mg/l, mangan là 3 mg/l, độ pH = 5, sau xử lý hàm lượng của sắt và mangan chỉ còn dấu vết, độ pH = 6,5. Aluwat có giá trị tiềm năng lớn, mang tính chất toàn cầu.”

Và sau đó, đại diện của tổ chức UNICEF đã gửi văn bản tới Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam đề nghị được bổ sung vật liệu và công nghệ Aluwat cho mục đích vì phụ nữ và trẻ em toàn cầu.

**Công trình được sự hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp nhà nước thuộc chương trình vật liệu mới KC 05-24, đã được Hội đồng khoa học của chương trình nghiệm thu.**

Hiện nay vật liệu xúc tác và công nghệ Aluwat đã được nghiên cứu hoàn chỉnh và triển khai tại Trung tâm Ứng dụng Tiên bộ Khoa học và Công nghệ Cần Thơ (CASTA) thuộc Sở Khoa học và Công nghệ Cần Thơ. Chúng tôi đã nghiên cứu ứng dụng của thiết bị từ trường và điện từ trường tự chế tạo để hỗ trợ cho công nghệ Aluwat nhằm nâng cao năng suất và phạm vi ứng dụng của nó.

Công nghệ Aluwat mang tính đa năng, xử lý nước ngầm nhiễm phèn, nước mặt, nước thải, ngoài ra còn phục vụ cho sản xuất bê tông cường độ cao, nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm thu hoạch trong chăn nuôi gia súc và gieo trồng hoa quả trong nông nghiệp.

Công nghệ Aluwat hiện đại này đang được triển khai ứng dụng tại Tp Cần Thơ và các vùng lân cận, tương lai cho cả ĐBSCL và hy vọng còn sâu rộng hơn, như đã được đánh giá và nhận định của đại diện tổ chức UNICEF và WORLD BANK.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Trịnh Xuân Lai, Đồng Minh Thu, Xử lý nước cấp cho sinh hoạt và công nghiệp, tập 1 và 2, NXB Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội 1988.
- [2] Memento technique de l'eau, Degremont, 1978.
- [3] Nguyễn Thạc Sưu, Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Đình Thành, Hoàng Hải Phong, Nguyễn Nghĩa Long, Nghiên cứu qui trình công nghệ mới xử lý nước ngầm vùng nhiễm phèn, Hội nghị khoa học "Công nghệ xử lý nước qui mô gia đình và nhỏ phục vụ sinh hoạt nhân dân vùng ĐBSCL và các tỉnh phía Nam", Trung tâm KHTN & CNQG, 1995.
- [4] Nguyễn Thạc Sưu và các cộng tác viên, Vật liệu và công nghệ mới Aluwat xử lý nước ngầm nhiễm phèn sắt, Tuyển tập báo cáo khoa học, Chương trình KC 05 "Vật liệu mới", Hà Nội, 1996.
- [5] Nguyễn Văn Dũng, Nguyễn Thạc Sưu, Nguyễn Nghĩa Long, Hoàng Hải Phong, Nguyễn Đình Thành, Nghiên cứu tổng hợp vật liệu xúc tác Aluwat và công nghệ xử lý nước ngầm, Tóm tắt báo cáo Hội thảo khoa học và Công nghệ Vật liệu: 10 năm nghiên cứu và phát triển, Hà Nội 6/2003.

# Oxidative Catalytic Material and Aluwat Technology for Treating Ferrous Pollutants of Underground Water

Nguyen Thac Suu, Nguyen Van Dung, Nguyen Dinh Thanh,  
Hoang Hai Phong, Nguyen Nghia Long

*Institute of Applied Materials Sciences in Ho Chi Minh City,  
Vietnam Academy of Science and Technology*

**Abstract:** Oxidative catalytic material was prepared and called "Aluwat". This material possesses a high physical stability and good activity for treating ferrous pollutants of underground water with low pH. Aluwat technology can be used for treatment of underground water to supply clean water for domestic demand and industrial consumption. The quality of water treated with Aluwat technology can meet Vietnam water quality specifications.

*Keywords:* Water treatment, Aluwat.