



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ**

(11)



2-0002595

(51) **C01G 49/00**
2020.01

(13) **Y**

(21) 2-2020-00408

(22) 21/01/2016

(67) 1-2016-00271

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/05/2016 338A

(73) Đinh Xuân Lộc (VN)

Số 1 Cống Giếng, Bưởi, Tây Hồ, Hà Nội (nay là số 1 Ngách 378/32 Thụy Khuê,
Bưởi, quận Tây Hồ, thành phố Hà Nội)

(72) Đinh Xuân Lộc (VN); Nguyễn Phương Tùng (VN); Phạm Duy Khanh (VN); Ngô
Trung Kiên (VN); Lương Thị Bích (VN).

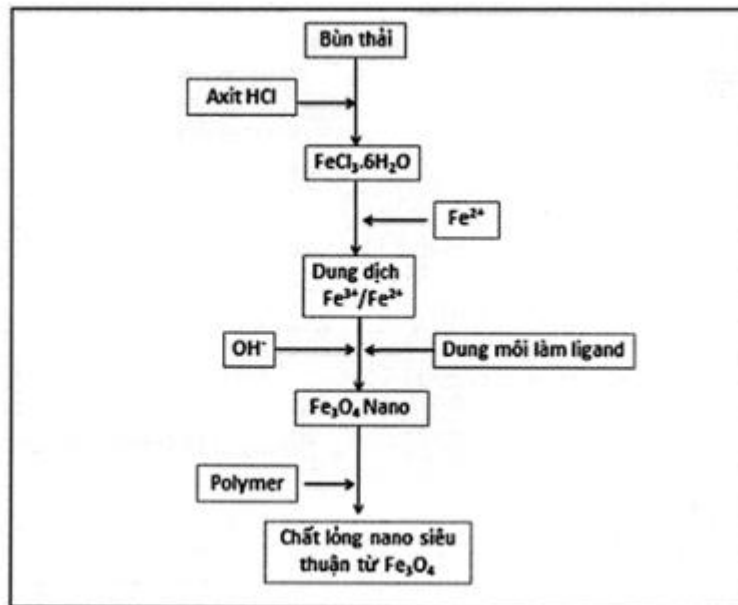
(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT CHẤT LÔNG NANO SIÊU THUẬN TỪ SẮT TỪ TỪ Bùn
THẢI CỦA NHÀ MÁY XỬ LÝ NƯỚC

(57) Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình sản xuất chất lông nano siêu thuận từ sắt từ từ bùn
thải của nhà máy xử lý nước ngầm, quy trình này bao gồm các công đoạn sau:

(i) tạo muối sắt (III) bằng cách xử lý nguồn bùn thải chứa sắt (III) hydroxit dưới dạng
huyền phù của nhà máy xử lý nước ngầm bằng axit clohydric đậm đặc để tạo thành muối
sắt (III) clorua là $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, trong đó huyền phù sắt (III) hydroxit được bổ sung nước để
tạo thành dung dịch loãng để loại bỏ silic oxit (SiO_2) và các chất mùn hữu cơ trước khi
được xử lý bằng axit clohydric đậm đặc;

(ii) tổng hợp vật liệu nano Fe_3O_4 (magnetite) bằng cách khử một phần muối sắt (III)
thành muối sắt (II) bằng KI theo tỷ lệ 3:1 (tỷ lệ mol), để tạo thành hỗn hợp $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, rồi
kết tủa bằng NaOH hoặc NH_4OH đến pH=9, dưới tốc độ khuấy lớn hơn 1000 vòng/phút
trong môi trường khí nitơ và dung môi hữu cơ làm phối tử (ligand); và

(iii) biến tính bề mặt vật liệu nano Fe_3O_4 bằng ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm
bao gồm axit oleic, oleylamin và tetraetyl orthosilicat để tạo thành chất lông nano siêu
thuận từ sắt từ Fe_3O_4 (magnetite).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Giải pháp hữu ích đề cập đến quy trình xử lý nguồn bùn thải của các nhà máy xử lý nước ngầm (sludge in groundwater treatment plant) thành chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 (magnetite) có độ bão hòa từ và diện tích bề mặt cao.

Tình trạng kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do cấu tạo địa chất, các mạch nước ngầm ở Việt Nam thường chứa một lượng rất lớn các nguyên tố sắt dưới dạng ion sắt (II) hòa tan trong nước. Khi nước ngầm được bơm lên mặt đất, các ion sắt (II) gặp oxy trong không khí sẽ bị oxy hóa và kết tủa trở thành ion sắt (III) dưới dạng huyền phù lơ lửng sắt (III) hydroxit $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$. Các hạt huyền phù $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ này được giữ lại bằng lớp silic đioxit (SiO_2) tạo thành khối bùn nhão và đặc quánh sẽ được loại ra trong quy trình công nghệ xử lý nước ngầm. Hàng năm, các nhà máy và trạm xử lý nước ngầm phải xả thải ra môi trường hoặc chôn lấp hàng trăm nghìn (có thể hàng triệu) tấn bùn thải này tại các bãi xử lý chôn lấp riêng, tuy nhiên, nguy cơ gây ô nhiễm lại cho tầng nước ngầm, nước mặt và mặt đất vẫn rất lớn.

Vào đầu những năm 2000, công nghệ nano bắt đầu phát triển và thu được nhiều thành quả to lớn không chỉ trong nghiên cứu mà còn mở rộng phạm vi ứng dụng trong nhiều lĩnh vực phục vụ đời sống con người. Các nghiên cứu cơ bản đã chứng minh vật liệu ở kích cỡ nano xuất hiện nhiều hiện tượng, tính chất vật lý và hoá học mới mà trong các loại vật liệu khối hoàn toàn không có. Cùng nằm trong quy luật ấy, khi kích thước của vật liệu sắt từ Fe_3O_4 (magnetite) được làm giảm tới cỡ nanomet, vật liệu sắt từ cũng sẽ xuất hiện thêm nhiều tính chất mới, các tính chất này làm cho chúng có những biểu hiện đặc biệt như: hiện tượng siêu thuận từ, dị hướng từ bề mặt, quá trình lan truyền sóng spin bị gián đoạn, bề mặt riêng lớn, thay đổi nhiệt độ Curie, v.v.. Trong vài ba năm gần đây, một số ý tưởng mới nhằm ứng dụng các hạt nano ôxit sắt siêu thuận từ Fe_3O_4 (magnetite) làm vật liệu xử lý môi trường và nước ngầm nhiễm arsen đã thu được nhiều thành quả có triển vọng cao. Thông thường để ứng dụng trong các ngành kỹ thuật, đòi hỏi hạt nano từ phải có độ bão hòa từ lớn, đồng thời thể hiện đặc tính siêu thuận từ ở nhiệt độ thường và ổn định trong môi trường cần thiết. Nhiều công bố dựa trên kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy giá trị kích thước giới hạn siêu thuận từ ở nhiệt độ phòng của hạt nano sắt từ Fe_3O_4 là khoảng 17-50nm. Để ổn định trong môi trường làm việc, bề mặt các hạt nano từ sẽ được biến tính hay nói cách khác là được chức năng hóa bề mặt. Việc chức năng hóa bề mặt các hạt nano từ thông qua việc bọc một vài lớp nguyên tử của các polyme hữu cơ, một số kim loại quý (như Au), hoặc các oxit vô cơ (như SiO_2 , Al_2O_3) và xa hơn nữa là chức năng hóa

bằng việc gắn các phân tử có hoạt tính hóa học khác nhau. Các hạt nano từ được bọc một lớp chất hoạt động bề mặt có thể phân tán trong dung môi đồng nhất như vậy được gọi là chất lỏng từ. Những hiệu ứng lượng tử do giảm kích thước và diện tích bề mặt lớn của các hạt nano từ đã làm thay đổi một vài đặc tính từ đặc trưng của vật liệu, biểu lộ hiện tượng siêu thuận từ và xuyên hầm lượng tử của độ từ hóa vì mỗi hạt có thể được coi như một đơn đômen từ. Dựa trên những đặc tính vật lý, hóa học, nhiệt học và cơ học, chất lỏng nano siêu thuận từ mở ra tiềm năng lớn cho những ứng dụng xử lý các ion kim loại nặng, các chất màu hữu cơ, các hạt huyền phù lơ lửng, v.v. trong nước thải sinh hoạt và công nghiệp, xử lý arsen trong nước ngầm, sử dụng trong thu hồi dầu mỏ, trong y sinh, và y dược học, v.v..

Một số quy trình tổng hợp vật liệu nano siêu thuận từ Fe_3O_4 (magnetite) đã biết được nêu dưới đây:

1) Masafumi Nakaya; Ryo Nishida; and Atsushi Muramatsu, “Size control of magnetite nanoparticles in excess ligands as a function of reaction temperature and time”, *Molecules* (2014), 19, 11395-11403, đã dùng muối sắt: tri(axetyl axeto-nat), 1,2-tetradecandiol, axit oleic, oleylamin và benzyl ete dưới dòng khí nitơ để tổng hợp Fe_3O_4 có kích cỡ nano bằng cách nung nóng ở nhiệt độ 200-300°C.

2) Shen Wu, Aizhi Sun, Fuqiang Zhai, Jin Wang, Wenhuan Xu, Qian Zhang, Alex A. Volinsky, “ Fe_3O_4 magnetic nanoparticles synthesis from tailings by ultrasonic chemical co-precipitation” *Materials Letters* 65 (2011) 1882–1884, dùng quặng sắt cho kết hợp với axit HCl tiếp đó dùng H_2O_2 để oxy hóa tạo thành sắt (III) clorua rồi nhỏ NH_3 đậm đặc vào để tạo thành $\text{Fe}(\text{OH})_3$, cuối cùng nung lên để tạo Fe_2O_3 tinh khiết và kết hợp với FeSO_4 theo tỷ lệ 1: 1,5 cuối cùng dùng NaOH để tổng hợp thành nano sắt từ Fe_3O_4 bằng phương pháp đồng kết tủa có hỗ trợ siêu âm ở 60°C.

3) S. Yáñez-Vilar, M. Sánchez-Andújar, C. Gómez-Aguirrea, J. Mira, M.A. Señaris-Rodríguez, S. Castro-García, “A simple solvothermal synthesis of MFe_2O_4 (M=Mn, Co and Ni) nanoparticles”, *Journal of Solid State Chemistry*, Vol 182, (2009), 2685–2690, sử dụng muối sắt (III) axetat trộn với các muối (crom, niken, mangan, coban, v.v.) axetat, sau đó hòa trong rượu benzyl (benzyl alcohol) hoặc hexanol rồi dùng phương pháp tổng hợp dung môi nhiệt để tạo ferrit sắt từ MFe_2O_4 (M=Cr, Co, Ni, v.v.) kích cỡ nano ở nhiệt độ 180-190°C.

4) Peng Hu, Lingjie Yu, Ahui Zuo, Chenyi Guo, and Fangli Yuan, “Fabrication of Monodisperse Magnetite Hollow Spheres” *J. Phys. Chem. C* (2009), 113, 900–906, dùng muối FeCl_3 hòa trong etylen glycol, rồi sử dụng amoni axetat (NH_4Ac) để kết tủa nano Fe_3O_4 bằng phương pháp thủy nhiệt ở 200°C.

Các quy trình dùng các tiền chất đã công bố ở trên có hiệu quả kinh tế không cao và khác với giải pháp nêu trong đơn đăng ký giải pháp hữu ích này.

Ngoài ra, còn có các công bố của các nhóm nghiên cứu sau:

1) Rasha A. El-Ghazawy, Ayman M. Atta, Ashraf M. El-Saeed, Ahmed E.S. Abdelmgied, and Nivin Basiouny, "High molecular weight thermally stable poly (sodium methacrylate) /magnetites nanocomposites via emulsionpolymerization", *J. of Engineering Research and Applications*, Vol. 4, Issue 4 (Version 7), (2014), pp.83-90.

2) Nguyễn Hữu Đức, Trần Mậu Danh, Trần Thị Dung, "Chế tạo và nghiên cứu tính chất từ của các hạt nano Fe_3O_4 ứng dụng trong y sinh học". *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 23 (2007) 231-237.

3) William W. Yu, Joshua C. Falkner, Cafer T. Yavuz and Vicki L. Colvin, "Synthesis of monodisperse iron oxide nanocrystals by thermal decomposition of iron carboxylate salts" *Chem. Commu*, (2004), 2306–2307.

Trong các công bố nêu trên, các tác giả đã dùng muối sắt (III) clorua (FeCl_3) cho tác dụng với các loại muối sắt (II) như FeCl_2 , FeSO_4 , v.v. theo tỷ lệ từ 1:1 đến 1:3, rồi dùng NaOH hoặc NH_4OH để kết tủa thành vật liệu nano Fe_3O_4 .

Các quy trình trên có thể/hoặc không sử dụng dung môi hữu cơ làm môi trường, phối tử (ligand) hoặc chất khử; có thể/hoặc không bọc vỏ bằng polyme tùy theo từng mục đích ứng dụng. Tuy nhiên, các quy trình công bố trên không trùng lặp với quy trình trong đơn đăng ký giải pháp hữu ích này.

Suiyi Zhu, Shuai Fang, Mingxin Huo, Yang Yu, Yu Chen, ia Yang, Zhi Geng, YiWang, Dejun Bian, Hongliang Huo, "A novel conversion of the groundwater treatment sludge to magneticparticles for the adsorption of metylene blue", *Journal of Hazardous Materials* 292 (2015) 173–179 lần đầu tiên đã đề cập đến việc dùng bùn thải của nhà máy nước ngầm (sludge in groundwater treatment plant) để tổng hợp nano Fe_3O_4 . Tuy nhiên, nhóm nghiên cứu đã sử dụng natri axetat (sodium acetate) làm phối tử, dung môi hữu cơ etylen glycol được dùng làm dung môi và chất khử, kết quả thu được chỉ là đám vật liệu Fe_3O_4 có kích thước 1 μm (micromet) với độ bão hòa từ thấp chỉ 4-9 emu/gam, độ hấp phụ chất màu hữu cơ là 99,4 mg/gam vật liệu, không đạt các yêu cầu kỹ thuật cần thiết.

Bản chất kỹ thuật của giải pháp hữu ích

Do đó, mục đích của giải pháp hữu ích là tận dụng nguồn bùn thải chứa sắt (III) hydroxit trong quá trình xử lý nước ngầm của các nhà máy và trạm xử lý nước ngầm, để sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 (magnetite) có độ bão hòa từ và diện tích bề mặt riêng cao với chi phí sản xuất thấp. Chất lỏng nano siêu thuận từ có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực phục vụ đời sống con người như xử lý môi trường, thu hồi dầu mỏ, trong lĩnh vực y sinh và y dược học, v.v..

Để đạt được các mục đích nêu trên, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 từ bùn thải của nhà máy xử lý nước, bao gồm các công đoạn sau:

(i) tạo muối sắt (III) bằng cách xử lý nguồn bùn thải chứa sắt (III) hydroxit dưới dạng huyền phù của nhà máy xử lý nước ngầm bằng axit clohydric đậm đặc để tạo thành muối sắt (III) clorua là $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, trong đó huyền phù sắt (III) hydroxit được bổ sung nước để tạo thành dung dịch loãng để loại bỏ silic oxit (SiO_2) và các chất mùn hữu cơ trước khi được xử lý bằng axit clohydric đậm đặc;

(ii) tổng hợp vật liệu nano Fe_3O_4 (magnetite) bằng cách khử một phần muối sắt (III) thành muối sắt (II) bằng KI theo tỷ lệ 3:1 (tỷ lệ mol), để tạo thành hỗn hợp $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, rồi kết tủa bằng NaOH hoặc NH_4OH đến độ pH=9, dưới tốc độ khuấy lớn hơn 1000 vòng/phút trong môi trường khí nitơ và dung môi hữu cơ làm phối tử (ligand); và

(iii) biến tính bề mặt vật liệu nano Fe_3O_4 bằng ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit oleic, oleylamin và tetraetyl orthosilicat để tạo thành chất lỏng nano siêu thuận từ sắt từ Fe_3O_4 (magnetite).

Mô tả văn tắt hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của quy trình sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ theo giải pháp hữu ích.

Mô tả chi tiết giải pháp hữu ích

Theo một phương án thực hiện của quy trình theo giải pháp hữu ích, các tác giả giải pháp hữu ích đã tận dụng nguồn bùn thải ra trong quá trình xử lý nước ngầm của các nhà máy và trạm xử lý nước ngầm để tạo ra chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 , bao gồm các công đoạn sau:

(i) Nước ngầm có chứa ion sắt (II) được bơm lên mặt đất, khi được oxy hóa bởi oxy trong không khí, các ion sắt (II) tạo thành ion sắt (III) dưới dạng huyền phù sắt (III) hydroxit chiếm khoảng 80% nguyên tố sắt. Huyền phù sắt (III) hydroxit bị loại ra khỏi quy trình sản xuất nước ngầm dưới dạng bùn đặc và quánh, được đem về hòa tan lại với nước thành dung dịch loãng (không cần định lượng), nhằm loại bỏ silic oxit (SiO_2) và các chất mùn hữu cơ. Sau đó, đưa axit clohydric đậm đặc vào dung dịch loãng này để tạo thành muối sắt (III) clorua ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) theo phương trình phản ứng sau:



Chẳng hạn, cho 110 gam bùn thải $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vào trong nước, khuấy mạnh để bùn tan hoàn toàn vào nước, gạn lấy phần dung dịch bùn, còn phần cặn mùn và silic đioxit thì loại ra. Tiếp đó, nhỏ từ từ 36 gam axit HCl 35% vào cho đến khi bùn tan hết thành dung dịch màu vàng cam nhạt là màu đặc trưng của muối $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

(ii) Pha dung dịch muối sắt (II) (Fe^{2+}) vào dung dịch muối sắt (III) (Fe^{3+}) theo tỷ lệ mol $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}=1:2$, tăng nhiệt độ để dung dịch đạt 100°C , vừa khuấy ở tốc độ trên 1000 vòng/phút, vừa thổi khí N_2 để không cho ion Fe^{2+} bị oxy hóa thành Fe^{3+} . Thêm dung môi hữu cơ để tạo môi trường không chế kích thước hạt (phối tử-ligand) nhằm đạt được kích thước hạt mong muốn và có độ đồng đều về kích thước hạt (độ phân tán hẹp). Nhỏ từ từ dung dịch NaOH (1M) hoặc NH_4OH 28% đến khi hỗn hợp phản ứng đạt độ pH=9 và dung dịch có màu đen sẫm.

(iii) Biến tính bề mặt vật liệu nano Fe_3O_4 bằng các polyme thích hợp được chọn từ nhóm bao gồm axit oleic, oleylamin và tetraethyl orthosilicat, để tạo thành chất lỏng nano siêu thuận từ có độ từ hóa cao Fe_3O_4 (magnetite).

Theo một phương án khác, giải pháp hữu ích đề xuất quy trình tạo ra chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 , trong đó ở bước (ii) tạo vật liệu nano sắt từ cho sắt (III) clorua phản ứng với muối KI theo tỷ lệ mol là 3:1 để tạo thành hỗn hợp $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ (theo phương trình phản ứng dưới đây), tiếp đó đồng kết tủa hỗn hợp hai muối này với dung dịch kiềm là NaOH hoặc NH_4OH để tạo vật liệu nano Fe_3O_4 có diện tích bề mặt và độ bão hòa từ cao.



Theo một phương án cụ thể, cho 110 gam bùn thải vào trong nước, khuấy mạnh để bùn tan hoàn toàn vào nước, gạn lấy phần dung dịch bùn còn phần cặn mùn và silic đioxit thì loại ra. Tiếp đó, nhỏ từ từ 36 gam axit HCl 35% vào (hoặc nhỏ dung dịch axit HCl 35% vào) cho đến khi bùn tan hết thành dung dịch màu vàng cam nhạt là màu đặc trưng của muối $\text{FeCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$. Cân lượng KI đã được tính toán theo lượng sản phẩm FeCl_3 được điều chế ở trên rồi pha vào nước theo tỷ lệ (0,1M) KI/150ml nước. Vừa khuấy ở tốc độ >1000 vòng/phút, vừa thêm từ từ dung dịch KI vào dung dịch sản phẩm FeCl_3 được điều chế ở trên cho đến hết, rồi tăng nhiệt độ hỗn hợp phản ứng đến 100°C . Tiếp tục, thêm từ từ OH^- vào đến khi dung dịch đổi màu đen thì dừng phản ứng.

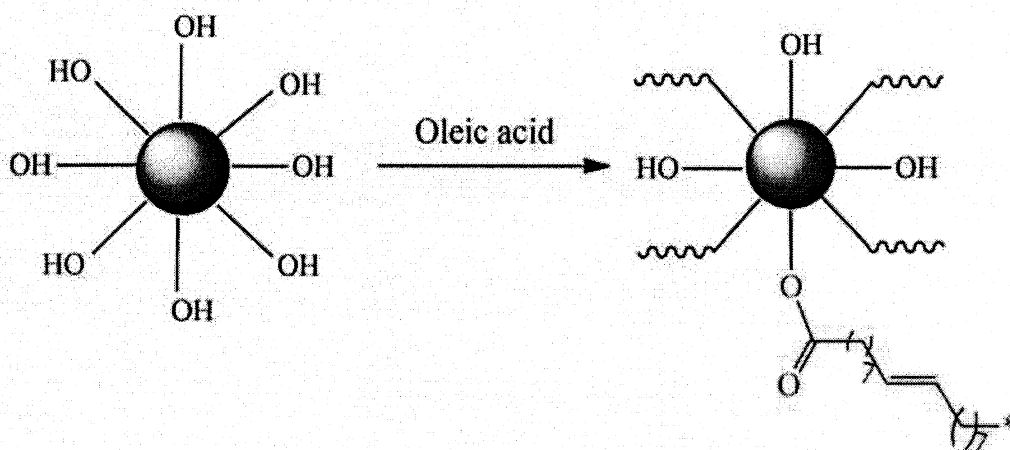
Ngoài ra, cần lưu ý rằng, phương án ưu tiên theo giải pháp hữu ích được mô tả trên đây chỉ nhằm mục đích minh họa mà không giới hạn phạm vi của giải pháp. Với các cải biến thông thường mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể dễ dàng thực hiện, quy trình sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 từ bùn thải của nhà máy xử lý nước hoàn toàn thích hợp để đạt được các mục đích đã đề ra, mà hoàn toàn không vượt quá phạm vi bảo hộ của giải pháp hữu ích này.

Ví dụ thực hiện giải pháp hữu ích

Ví dụ 1. Sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 biến tính bằng axit oleic (bọc vỏ-@oleic)

3gam nano Fe_3O_4 chế tạo theo giải pháp hữu ích đã mô tả ở các bước (i) và (ii) được phân tán vào 50ml n-hexan với sự trợ giúp của một bể rung siêu âm, dung dịch sau đó

được đun nóng ở 60°C và khuấy mạnh trong 1 giờ. 1,5 gam (tùy ý theo việc bọc vỏ dày hay mỏng theo mục đích để sử dụng) axit oleic được thêm vào rồi nâng nhiệt độ lên 80°C trong 2 giờ. Hỗn hợp sau đó được làm lạnh về nhiệt độ phòng. Chất lỏng nano siêu thuận từ thu được (4,5 gam) được rửa nhiều lần và ly tâm với hỗn hợp cồn và nước ở 1500 vòng/phút để loại bỏ axit oleic dư. Chất lỏng nano siêu thuận từ $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ axit oleic có thể loại bỏ được ion arsenic hoặc dầu thải trong môi trường nước.



Cơ chế biến tính oxit Fe_3O_4 bằng axit oleic và các polyme khác

Ví dụ 2. Sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 biến tính bằng tetraethyl orthosilicat (TEOS - silica)

Để bọc vỏ silica, cho 3 gam nano Fe_3O_4 chế tạo theo giải pháp hữu ích đã mô tả ở các bước (i) và (ii) vào cốc chứa hỗn hợp tetraethyl orthosilicat (TEOS - silica) trong etanol (tùy ý theo việc bọc vỏ dày hay mỏng theo mục đích để sử dụng), rồi khuấy mạnh trong 30 phút. Thêm dần NH_4OH 25% đến khi độ pH = 8, khuấy tiếp 1 giờ để hình thành lớp vỏ silica rồi thêm $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ vào để dừng phản ứng. Vật liệu chất lỏng nano siêu thuận từ đã chế tạo, được thu bằng ly tâm ở tốc độ cao, rửa bằng hỗn hợp nước cồn nhiều lần và được ly tâm ở tốc độ 1500 vòng/phút thu được 4,5 gam chất lỏng nano siêu thuận từ $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ SiO₂ có thể hấp thu được các ion kim loại như Cu (II), Pb (II), và Cd (II) trong môi trường nước.

Ví dụ 3. Sử dụng chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 theo giải pháp hữu ích để xử lý chất màu hữu cơ và các kim loại nặng

Để nghiên cứu sử dụng chất lỏng nano siêu thuận từ vào xử lý chất màu hữu cơ (hoặc ion kim loại nặng) trong nước, chúng tôi dùng phương pháp ở quy mô nhỏ trong phòng thí nghiệm như sau: pha vào một lít nước dung dịch methyl da cam (hoặc muối kim loại nặng) nồng độ là 100 mg/l. Chính độ pH của dung dịch thí nghiệm đến độ pH=7,5. Cho 2 gam chất lỏng nano siêu thuận từ đã chế tạo được như mô tả trong giải pháp hữu ích vào dung dịch methyl da cam trên, khuấy đều trong 2 giờ ở nhiệt độ phòng. Dừng phản ứng

rồi đem phân tích nồng độ metyl da cam đã bị chất lỏng nano siêu thuận từ hấp thụ bằng phương pháp đo phổ hấp thụ Uv-VIS. Tính toán tỷ lệ chất màu bị hấp thụ (CR:%) và khả năng hấp phụ của chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 (AC: mg/g) được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (2) và phương trình (3).

$$\text{CR (\%)} = \frac{C_b - C_a}{C_b} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{AC (mg/g)} = \frac{(C_b - C_a) \cdot V}{m} \quad (3)$$

Trong đó, C_b và C_a là nồng độ của metyl da cam trước và sau khi thí nghiệm, tương ứng (mg/l), m là khối lượng của vật liệu hấp phụ Fe_3O_4 (g), và V là thể tích của dung dịch (l).

Kết quả thí nghiệm cho thấy: sau 2 giờ, 35% chất màu metyl da cam đã bị chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 được chế tạo theo giải pháp hữu ích hấp thụ, tức là 1g Fe_3O_4 được chế tạo theo giải pháp hữu ích có thể hấp thụ được 165mg chất màu hữu cơ.

Hiệu quả đạt được của giải pháp hữu ích

Quy trình theo giải pháp hữu ích cho phép xử lý được nguồn bùn thải loại ra từ quy trình xử lý nước ngầm với trữ lượng khai thác hàng năm có thể lên đến hàng triệu tấn, mà nếu không được xử lý, sẽ bị các nhà máy thải ra môi trường, có nguy cơ cao gây nên ô nhiễm kim loại nặng cho các nguồn nước ngầm, nước mặt và mặt đất. Nhờ việc tận dụng nguồn bùn thải ra từ việc xử lý nước ngầm (sludge in groundwatertreatmentplant), quy trình sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 theo giải pháp hữu ích đạt được hiệu suất cao vì bùn thải có hàm lượng sắt tương đối cao, từ 70-80% là ion sắt được chứa trong bùn dưới dạng sắt (III) hydroxit, chỉ ít hơn 20% là các chất mùn hoặc oxit silic và oxit của một số kim loại như Mg, Ca, Mn, v.v., tùy theo từng cấu tạo địa chất ở các địa phương. Hơn nữa, chất lỏng nano siêu thuận từ Fe_3O_4 (magnetite) điều chế theo quy trình này sẽ có chi phí sản xuất thấp và sẽ là nguồn nguyên liệu với sản lượng lớn và rẻ tiền, có thể ứng dụng trong nhiều kỹ thuật khác nhau phục vụ đời sống con người.

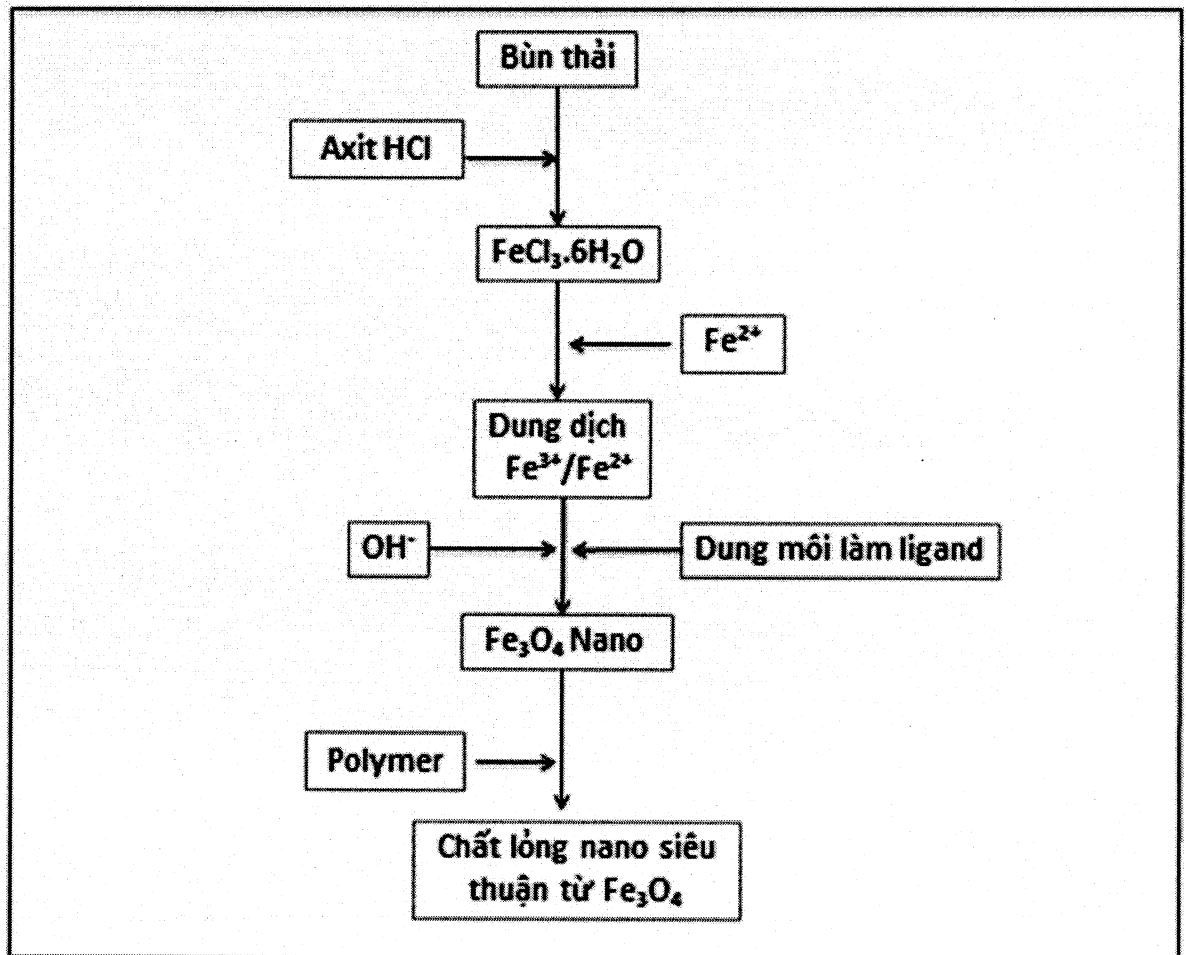
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất chất lỏng nano siêu thuận từ sắt từ từ bùn thải của nhà máy xử lý nước, quy trình này bao gồm các công đoạn sau:

(i) tạo muối sắt (III) bằng cách xử lý nguồn bùn thải chứa sắt (III) hydroxit dưới dạng huyền phù của nhà máy xử lý nước ngầm bằng axit clohydric đậm đặc để tạo thành muối sắt (III) clorua là $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, trong đó huyền phù sắt (III) hydroxit được bổ sung nước để tạo thành dung dịch loãng để loại bỏ silic oxit (SiO_2) và các chất mùn hữu cơ trước khi được xử lý bằng axit clohydric đậm đặc;

(ii) tổng hợp vật liệu nano Fe_3O_4 (magnetite) bằng cách khử một phần muối sắt (III) thành muối sắt (II) bằng KI theo tỷ lệ 3:1 (tỷ lệ mol), để tạo thành hỗn hợp $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, rồi kết tủa bằng NaOH hoặc NH_4OH đến độ pH=9, dưới tốc độ khuấy lớn hơn 1000 vòng/phút trong môi trường khí nitơ và dung môi hữu cơ làm phối tử (ligand); và

(iii) biến tính bề mặt vật liệu nano Fe_3O_4 bằng ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit oleic, oleylamin và tetraethyl orthosilicat để tạo thành chất lỏng nano siêu thuận từ sắt từ Fe_3O_4 (magnetite).



Hình 1