



CÔNG NGHỆ XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHO NHÀ MÁY SẢN XUẤT PHÂN LÂN TẠI VIỆT NAM

Trần Thanh Sơn¹

Tóm tắt: Bài báo tổng quan về công nghệ sản xuất phân lân đơn, thành phần tính chất nước thải của nhà máy sản xuất phân lân cũng như đề xuất lựa chọn phương pháp xử lý nước thải để đảm bảo tiêu chuẩn xả thải hoặc yêu cầu cho việc tái sử dụng nước sau xử lý cho các công đoạn sản xuất. Nước thải nhà máy phân lân đơn có tính axit cao, hàm lượng Fluoride (F-) lớn gây ô nhiễm môi trường. Phương pháp xử lý nước thải được lựa chọn là phương pháp xử lý hóa học: trung hòa, keo tụ và trao đổi ion. Nước thải nhà máy phân lân đơn được trung hòa axit bằng đá vôi nghiền (CaCO_3) và dung dịch sữa vôi (Ca(OH)_2) theo 2 bậc. Quá trình trung hòa với vôi đưa pH của nước thải về giá trị trung tính ($\text{pH}=7-8$) đồng thời loại bỏ được Fluoride trong nước. Hóa chất keo tụ là phèn nhôm kết hợp với chất trợ keo tụ (PAM) được sử dụng cùng với quá trình trung hòa cho phép loại bỏ phần lớn Fluoride, đưa nồng độ Fluoride xuống dưới 10mg/l. Tiếp theo phương pháp lọc trao đổi ion được áp dụng (bậc xử lý triệt) để giảm hàm lượng Fluoride xuống dưới 2 mg/l với mục đích tái sử dụng lại nước thải phục vụ cho các công đoạn sản xuất.

Từ khóa: Phương pháp xử lý hóa học; trung hòa; keo tụ; loại bỏ Fluoride; trao đổi I-on; sản xuất phân lân đơn; tái sử dụng nước thải.

Summary: A article reviews about superphosphate production, its wastewater characteristics as well as the most appropriate wastewater treatment method applied for wastewater treatment plant to meet the discharge standards or requirement of wastewater reuse for the superphosphate production line. Wastewater of superphosphate production contains high concentration of suspended solids, high concentration of Fluoride. Acidity in the wastewater is high. There are ground limestone (CaCO_3) and limewater (Ca(OH)_2) for neutralizing acidity and removing Fluoride. In the next step chemical coagulant (alum or PAC) and flocculant (PAM) are being used to remove suspended solids and reduce concentration of Fluoride. There is two-stage chemical treatment applied to achieve high effect of treatment (concentration of Fluoride is below 10 mg /l). In purpose of water reuse to superphosphate production there is an Ion-exchange method is applied to reduce concentration of Fluoride below 2 mg/l.

Keywords: Chemical treatment; neutralize; coagulation; fluoride removal; superphosphate; wastewater reuse.

Nhận ngày 10/12/2015, chỉnh sửa ngày 24/12/2015, chấp nhận đăng 15/3/2016



1. Mở đầu

Phân lân công thức $\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ là sản phẩm nhận được từ quá trình phân hủy quặng apatit hoặc quặng phosphorite bằng axit sunfuric H_2SO_4 . Khi đó axit H_2SiF_6 và H_3PO_4 được tạo thành. Sản phẩm cuối tác dụng với NaCl tạo ra sản phẩm phụ Na_2SiF_6 được sử dụng nhiều trong công nghiệp và nông nghiệp. Để sản xuất 1 m³ phân lân theo công nghệ phân lân đơn cần 0,12-0,15 m³ nước. Nước thải phát sinh ra chủ yếu là từ khâu rửa thiết bị, máy móc và một phần nước muối. Đây là công nghệ sản xuất phân lân đơn [5].

Khi sử dụng H_3PO_4 thay cho H_2SO_4 trong phản ứng phân hủy quặng chúng ta nhận được sản phẩm là phân lân kép không có chứa thạch cao. Tiêu chuẩn thải nước của dây chuyền phân lân kép được cộng thêm khoảng 20-30 tấn/1 m³ sản phẩm. Lượng nước thải này không bị nhiễm bẩn được qui ước là sạch và được đưa lại sử dụng tuần hoàn [5].

¹TS, Khoa Kỹ thuật Hạ tầng và Môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội. E-mail: shonlaanh@yahoo.com.

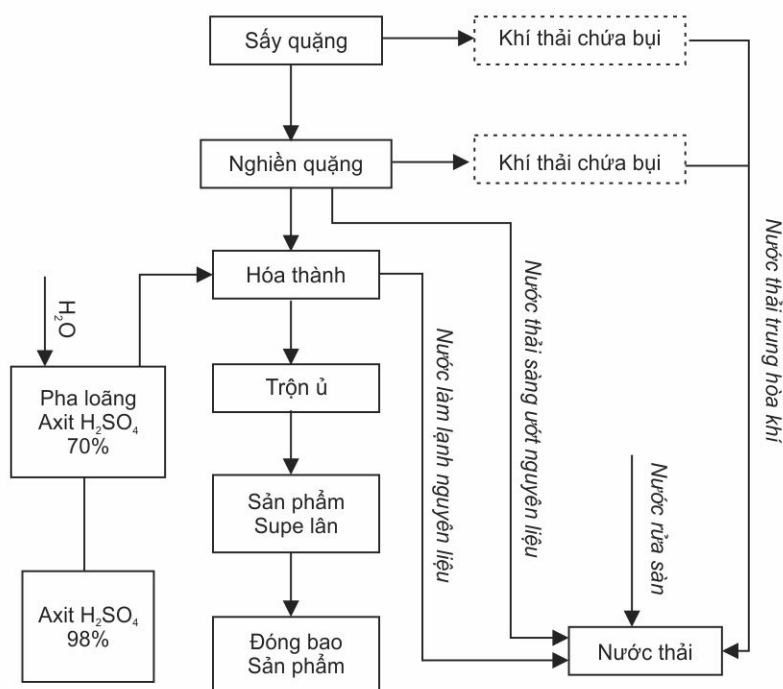
Trong quá trình hoạt động các nhà máy sản xuất phân lân thải ra môi trường nước thải có lượng axit cao, lượng cặn lớn và nhiều thành phần độc hại khác. Thực tế cho thấy nhiều nhà máy sản xuất phân lân ở Việt Nam có công nghệ xử lý chưa hoàn thiện, các trạm xử lý nước thải của các nhà máy làm việc không hiệu quả, chất lượng nước đầu ra không đảm bảo tiêu chuẩn xả thải theo QCVN40:2011/BTNMT [3] hoặc cao hơn là không đáp ứng yêu cầu tái sử dụng lại cho công đoạn sản xuất. Dây chuyền sản xuất phân lân ở nước ta phần lớn là công nghệ phân lân đơn với nước thải có nồng độ ô nhiễm lớn hơn nước thải của dây chuyền công nghệ sản xuất phân lân kép [2]. Nước thải nhà máy sản xuất phân lân có tính axit ($\text{pH} = 1-1,2$), nồng độ chất lơ lửng SS cao ($\text{SS} > \text{trên } 2000 \text{ mg/l}$, nồng độ Fluoride trung bình lớn hơn 16.000 mg/l) (Bảng 1).



2. Công nghệ sản xuất phân lân đơn

Theo kết quả nghiên cứu [2], phần lớn tại các nhà máy sản xuất phân lân ở nước ta nước thải từ tất cả các công đoạn sản xuất đều được thu gom vào một hệ thống mang về trạm xử lý. Hàm lượng cặn SS lớn là do bụi quặng trong quá trình sàng ướt nguyên liệu; Ở nhiều nơi, tại công đoạn xử lý khí thải axit flosilic H_2SiF_6 sinh ra không được thu hồi mà bị thải chung vào hệ thống thoát [2].

Về lý thuyết thì nhà máy sản xuất super lân (Hình 1) có thể không có nước thải ra môi trường nếu toàn bộ nước thải sau khi xử lý đều được tái sử dụng vào các công đoạn sản xuất nhưng trên thực tế hầu hết các nhà máy sản xuất phân lân tại Việt Nam đều không có qui trình tái sử dụng nước thải [2].



Hình 1. Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất phân lân đơn của Nhà máy Super Lân Lào Cai [2]

Công đoạn chính trong dây chuyền công nghệ sản xuất là công đoạn hóa thành. Hóa thành là công đoạn phản ứng giữa Axit Sunphuric và quặng Apatit. Trong công đoạn này nguyên liệu chủ yếu là quặng Apatit đã được nghiền nhỏ và Axit sunfuric H_2SO_4 được pha loãng 70%.

Yêu cầu đối với quặng apatit nghiền [2, 4]:

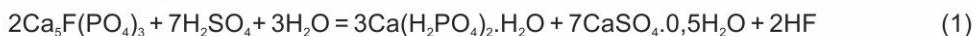
- Thành phần quặng đưa vào sản xuất super phải đảm bảo yêu cầu tạp chất thấp, hàm lượng P_2O_5 cao;
- Cỡ hạt đảm bảo đạt lọt sàng 0,15 mm hoặc nhỏ hơn;
- Độ ẩm không quá cao.

Yêu cầu đối với axit sunfuric [2, 4]:

- Nồng độ axit phải thích hợp thường từ 58÷68% tùy theo nhiệt độ môi trường;

- Lượng axit thực tế cần đưa vào phản ứng cao hơn lý thuyết 5÷10%;
- Nhiệt độ ban đầu của axit khoảng 55÷60°C tùy theo nhiệt độ môi trường.

Phản ứng tổng quát để chế tạo phân lân [2, 4]:

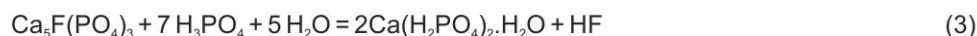


Thực chất phản ứng xảy ra theo 2 giai đoạn [2, 4]:

- Giai đoạn 1 diễn ra ngay khi trộn quặng với axit trong vòng 20÷40 phút lúc này sẽ tạo ra $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ rồi nhanh chóng chuyển thành dạng khan không ổn định vì nhiệt độ cao:



- Giai đoạn 2 quặng bị phân hủy bởi axit H_3PO_4 tạo ra $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Tùy theo mức độ tích tụ của $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ hay mức độ trung hòa axit H_3PO_4 tăng lên mà hoạt độ của dung dịch bị giảm. Tốc độ phản ứng của quá trình vì thế bị chậm lại và sẽ càng chậm hơn khi dung dịch bão hòa canxi phosphat. Đây chính là quá trình xảy ra vào giai đoạn cuối của quá trình ủ super lân trong thùng hóa thành và giai đoạn ủ super lân trong kho.



Trong quặng apatit ngoài thành phần của muối phosphat còn có những tạp chất khác bị phân hủy bởi axit sunfuric khi với trộn quặng [2, 4].

Muối CaCO_3 sẽ phân hủy theo phản ứng:



Tương tự như vậy đối với muối MgCO_3 .

Với oxit sắt (Fe_2O_3) trong quặng cũng phản ứng với H_2SO_4 và H_3PO_4 theo phương trình:



Với khoáng Al_2O_3 tương tự nhôm phosphat cũng được tạo thành từ Al_2O_3

HF sinh ra khi thủy phân phosphat sẽ phản ứng với dioxit silic trong quặng để tạo thành SiF_4 ở thể khí và axit flosilic H_2SiF_6 . Chúng tương tác với nhau theo các phản ứng sau:



Một bộ phận Axit flosilic H_2SiF_6 đi theo khí ra ngoài khỏi khối super lân, còn lại nằm dưới dạng muối flosilic. Lượng Fluore nằm lại trong khối super lân trung bình chiếm 55÷60% tổng lượng Fluore trong nguyên liệu, phần còn lại ở dạng khí thoát ra được hệ thống lọc khí của nhà máy xử lý. Nước thải quá trình xử lý khí có chứa lượng Fluore lớn.

Thành phần tính chất nước thải nhà máy sản xuất phân lân

Theo kết quả nghiên cứu [2], nước thải nhà máy sản xuất phân lân đơn phát sinh trong quá trình sản xuất từ 3 công đoạn sản xuất khác nhau (i) Sàng ướt nguyên liệu trước khi vào lò; (ii) Bơm nước làm lạnh; (iii) Nước của quá trình trung hòa khí thải.

Thực tế ở Việt Nam hệ thống thu gom nước thải của nhà máy sẽ thu gom chung của tất cả nước thải từ khâu sàng ướt nguyên liệu trước khi vào lò và nước thải của quá trình trung hòa khí thải, do đó thành phần và tính chất nước thải thay đổi không tái sử dụng lại được phải dẫn ra trạm xử lý nước thải của nhà máy.

Chất lượng nước thải của nhà máy sản xuất lân điển hình được đề cập trong Bảng 1.

- Nguồn (1): Nước rửa tại tháp hấp phụ trong nhà máy điều chế phân lân đơn;
- Nguồn (2): Nước rửa từ tháp hấp phụ trong nhà máy sản xuất phân lân kép;
- Nguồn (3): Nước làm lạnh từ công việc pha chế H_2SO_4 ;
- Nguồn (4): Nước thải đầu ra (chưa xử lý).

Thông số Bảng 1 cho thấy hàm lượng cặn lơ lửng SS trong nước thải sản xuất phân lân đơn là lớn trên 2000 mg/l, tổng hàm lượng chất rắn trên 11.000 mg/l, nồng độ Fluoride trung bình 16.400 mg/l lớn gấp 10 lần so với dây chuyền sản xuất phân lân kép (1550 mg). Nước thải có tính axit cao pH = 1,1.

Bảng 1. Chất lượng nước thải nhà máy sản xuất phân lân điển hình [2]

Thông số	Đơn vị	Nguồn (1)	Nguồn (2)	Nguồn (3)	Nguồn (4)
pH	mg/ l	1.17	2.3	7.67	1.1
COD	mg/ l	-	-	15.56	-
BOD	mg/ l	-	-	5	-
Nitrogen tổng	mg/ l	-	-	14	-
SS lắng được	mg/ l	2	-	-	0.5
Tổng hàm lượng chất rắn	mg/ l	11834	1029	332	7889
Tổng hàm lượng chất bay hơi	mg/ l	5368	447	71	4429
Tổng hàm lượng chất lơ lửng	mg/ l	2422	108	4303	980
Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan	mg/ l	9412	921	288.7	6909
Phosphorus tổng	mg/ l	340	20	1.2	304
SO ₄ ⁻	mg/ l	270	120	34	260
Độ cứng tổng	mg/ l	-	-	160	302
Độ cứng theo Ca-xi	mg/ l	-	-	98	149
Fluore	mg/ l	16400	1550	1.2	14750
Silicate hòa tan	mg/ l	6000	2700	6.5	6400
Sắt	mg/ l	65	3.6	0.4	7.5

Cũng theo nghiên cứu [2] trong thực tế một số mẫu phân tích nước thải của các nhà máy sản xuất phân lân ở Việt Nam cho thấy nồng độ Fluoride trong nước rất lớn: ví dụ tại Nhà máy super Lân Lào Cai trên 35.000 mg/l và thậm chí lên đến 70.000 mg/l tại Nhà máy Super Phốt phát và Hóa chất Lâm Thao.

3. Dây chuyền công nghệ xử lý nước thải nhà máy phân lân

Có thể thấy từ Bảng 1 nước thải nhà máy phân lân có tính axit cao, nồng độ chất lơ lửng và Fluoride cao (SS > 2000 mg/l, F > 16.000 mg/l) do đó cần phải loại bỏ cặn lơ lửng SS, trung hòa và loại bỏ Fluoride đảm bảo yêu cầu QCVN 40:2011 với mức độ xử lý nguồn loại A (SS ≤ 50 mg/l; pH=7; F ≤ 5 mg/l) nguồn loại B (SS ≤ 100 mg/l; pH= 7; F ≤ 10mg/l).

Để ổn định lưu lượng và nồng độ nước thải, dây chuyền công nghệ xử lý cần có bể điều hòa. Công trình trung hòa nước thải có thể được lựa chọn ở đây (i) bể lọc với lớp vật liệu lọc đá vôi (CaCO₃), (ii) bể trung hòa sử dụng vôi nghiền CaCO₃ bột và (iii) sử dụng dung dịch sữa vôi (Ca(OH)₂). Đá vôi và dung dịch sữa vôi là những sản phẩm phổ biến và có giá thành phù hợp do nguyên liệu có sẵn tại Việt Nam. Quá trình trung hòa bằng vôi hoặc sữa vôi đồng thời cũng loại bỏ được phần lớn lượng Fluoride [2, 5] và được miêu tả bằng phương trình 10-13 dưới đây:

Với CaCO₃.



Với Ca(OH)₂.



Các bể lọc trung hòa là bể lọc hoạt động liên tục với vật liệu lọc là đá vôi dạng cục đường kính 3-8 cm có thể được thiết kế dạng bể lọc dạng đứng [5] hoặc ngang [2]. Trong quá trình hoạt động vật liệu lọc sẽ tham gia phản ứng trung hòa và hao mòn, đường kính vật liệu lọc giảm đi, thể tích vật liệu lọc giảm đi. Lúc đó vật liệu lọc sẽ được bổ sung. Các bể lọc trung hòa đứng được thiết kế với vận tốc đến 5m/h, chiều cao vật liệu lọc 0,8-1,5m [5]. Các bể lọc trung hòa dạng ngang được thiết kế trên cơ sở xác định (i) vận tốc lọc từ 1-3 cm/s; (ii) thời gian tiếp xúc trong bể lọc: xác định theo thực nghiệm, phụ thuộc vào vận tốc dòng chảy, đường kính hạt vật liệu, nồng độ a-xít và hệ số phản ứng; (iii) độ dốc cần thiết và (iv) tổng tổn thất thủy lực; (v) diện tích mặt cắt ngang của bể lọc; (vi) Thời gian làm việc cho đến khi bổ sung vật liệu lọc trung hòa [2].

Ưu điểm của phương pháp lọc trung hòa kết cấu bề đơn giản với vật liệu đá vôi nghiền thành cục có sẵn ở địa phương, do đó giảm giá thành đầu tư. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là khi nồng độ axit cao các hợp chất muối canxi không tan tạo thành sẽ bao phủ bề mặt của vật liệu lọc làm giảm hiệu suất phản ứng [2, 5]. Để hồi phục lại khả năng trung hòa của vật liệu lọc, chế độ rửa lọc cần phải được duy trì. Lượng nước rửa lọc chiếm 30% công suất trạm xử lý [5]. Vì vậy, theo kiến nghị của [5], phương pháp này chỉ áp dụng cho các trạm xử lý nhỏ, nồng độ axit không quá lớn ($< 5\text{g/l}$) và trong nước thải không chứa hàm lượng kim loại nặng. Các cơ sở sản xuất lớn cần trạm xử lý công nghiệp hơn với yêu cầu về môi trường cao hơn. Các nghiên cứu cho thấy việc loại bỏ Fluoride và tái sử dụng lại nước thải cho các công đoạn sản xuất nhà máy phân lân có thể đạt được khi kết hợp xử lý nước thải bằng vôi kết hợp keo tụ đồng thời xử lý triệt để bằng phương pháp trao đổi ion.

Phương pháp xử lý dùng đá vôi bột và sữa vôi trong bể trung hòa mang lại hiệu quả cao hơn so với phương pháp lọc trung hòa do sử dụng hoàn toàn khả năng trung hòa của hóa chất và khả năng điều chỉnh mức độ xử lý [4]. Các thiết bị định lượng công nghiệp hơn, nhỏ gọn hơn so với phương án lọc bằng đá vôi cục. Để loại bỏ Fluoride khỏi nước thải sản xuất nhà máy phân lân nhiệm vụ chính là biến Fluoride thành hợp chất không tan trong nước. Khi xử lý nước thải chứa Fluoride bằng vôi bột hoặc dung dịch vôi, sản phẩm thu được là CaF_2 có độ tan trong nước là 0,004%. Quá trình xử lý xảy ra theo như phương trình (9-13) miêu tả.

Độ hòa tan của CaO trong nước ở nhiệt độ 20°C là 1,25 g/l tính ra theo Ca(OH)_2 là 1,69 g/l. Mức độ phân ly Ca(OH)_2 được mặc định là 100%; Thực tế ở nhiệt độ 20°C trong dung dịch nồng độ 0,2N độ phân ly là 90%, ở trong dung dịch pha loãng hơn khi $\text{pH}=12$ là 100%.

So sánh ưu nhược điểm của hai phương pháp trung hòa, công nghệ xử lý nước thải được lựa chọn là công nghệ xử lý hóa chất sử dụng công trình bể trung hòa. Để tiết kiệm sữa vôi, dây chuyền công nghệ xử lý nước thải nhà máy phân lân đơn được chia làm 2 bậc [5]:

Bậc 1: Axit kết hợp được trung hòa bởi vôi bột thương phẩm tạo ra muối CaSiF_6 .

Bậc 2: Fluoride trong muối tạo thành sẽ phản ứng với sữa vôi Ca(OH)_2 tạo thành sản phẩm không tan CaF_2 . Phản ứng xảy ra theo phương trình:



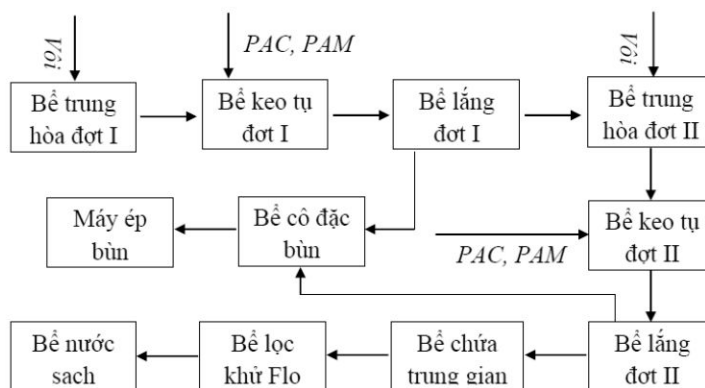
Các thông số được kiến nghị để tính toán thiết kế theo [5] như sau: thời gian phản ứng bậc 1 là 60 phút, bậc 2 là 45 phút; Để chuyển 1mg H_2SiF_6 thành CaF_2 cần 1,47mg CaO . Theo [5] sau khi trung hòa nước thải nhà máy phân lân nồng độ Fluoride trong nước có thể đạt 1,5 mg/l và sau đó có thể xử lý tiếp qua các bể lọc trao đổi i-on để có được mức độ xử lý sâu. Kết quả nghiên cứu [2] cho thấy nước thải Nhà máy Super Lân Lào Cai [2] sau khi trung hòa hàm lượng Fluoride còn lại trong nước đạt 20-40 mg/l. Theo các tài liệu [2, 4, 5] nồng độ Fluoride có thể được tiếp tục hạ xuống sau khi trung hòa bằng phương pháp keo tụ với phèn nhôm.

Theo các kết quả nghiên cứu [2, 5], sau khi xử lý tiếp nước thải chứa Fluoride keo tụ hai bậc với $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, nồng độ Flour có thể giảm xuống từ 12 mg/l xuống 4 mg/l. Để xử lý 1 mg Fluoride cần 0,89 mg Al_2O_3 . Khi lượng phèn nhôm (nồng độ 5%) tăng lên gấp đôi, thậm chí pH thấp (4,4-6) hiệu quả xử lý Fluoride vẫn đạt được ở mức cao. Khi đó nồng độ Fluoride có thể giảm xuống 1,4 mg/l. Trong công nghệ xử lý hiện đại hóa chất PAC (polyaluminium chloride) được sử dụng phối hợp với chất trợ keo tụ PAM (polyacrylamides) mang lại hiệu quả xử lý cao và kinh tế. Nồng độ hóa chất keo tụ cần được tối ưu hóa bằng jar - test trong quá trình vận hành.

Để xử lý triệt để đảm bảo nồng độ Fluoride nhỏ hơn 2mg/l với mục đích tái sử dụng cho công đoạn sản xuất khác (như pha loãng H_2SO_4 , làm lạnh hay tưới ướt sản phẩm) có thể sử dụng phương pháp lọc trao đổi i-on khi nồng độ Fluoride đầu vào là 10-20 mg/l [2, 5].

Dây chuyền xử lý kiến nghị như sau: Nước thải nhà máy được xử lý bằng phương pháp trung hòa kết hợp với keo tụ qua 2 bậc xử lý (Hình 2).

Bậc 1: Trung hòa - keo tụ - lắng. Hóa chất trung hòa được sử dụng là vôi bột thương phẩm được chuẩn bị trước và đưa vào hệ thống. Tương tự như vậy chất keo tụ là PAC và trợ keo tụ PAM cũng được bơm vào hệ thống phản ứng và lắng.



Hình 2. Sơ đồ dây chuyền công nghệ xử lý nước thải nhà máy phân lân

Bậc 2: Trung hòa - keo tụ - lắng. Hóa chất trung hòa đợt II được sử dụng là dung dịch sữa vôi. Nước thải qua phản ứng trung hòa đạt giá trị pH = 7, sau đó sẽ được trộn với hóa chất keo tụ PAC và trợ keo tụ PAM phản ứng và lắng.

Bậc 3: Xử lý triệt để Fluoride. Sau khi qua 2 bậc xử lý trung hòa với vôi, nồng độ Fluoride còn lại dưới 10 mg/l, nước thải được đưa vào bể lọc trao đổi i-on để loại bỏ nốt Fluore dư đảm bảo tiêu chuẩn tái sử dụng. Nước sau xử lý đạt tiêu chuẩn sẽ được xả ra ngoài (nguồn loại A của QCVN40:2011/BTNMT [3]) hoặc tái sử dụng lại khi có hàm lượng Fluore nhỏ hơn 2 mg/l [2, 3, 4].

Sản phẩm của quá trình phản ứng trung hòa với dung dịch vôi sẽ là CaF_2 và SiO_2 theo phản ứng (9) và được sử dụng trong công nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng.

Trong thực tế khi thiết kế vận hành trạm xử lý, liều lượng hóa chất được xác định theo điều kiện trung hòa hoàn toàn axit tự do, lấy lớn hơn so với tính toán khoảng 10%. Lượng hóa chất (kg) cần thiết có thể xác định theo công thức [4]:

$$P = K \cdot Q \cdot a \cdot D \cdot \frac{100}{C} \quad (15)$$

trong đó: K là hệ số dự phòng hóa chất ($K=1,1-1,5$); Q là lượng nước thải cần trung hòa, m^3 ; D là lượng hóa chất cần thiết để trung hòa (tra bảng theo tài liệu [2, 4]); a là nồng độ axit trong nước thải, kg/m^3 ; C là tỷ lệ hoạt tính của hóa chất sử dụng (%).



4. Kết luận

Nước thải của các nhà máy phân lân đặc biệt là nhà máy phân lân đơn là có nồng độ cặn lơ lửng (SS) cao, tính axit mạnh và nồng độ Fluore lớn gây nguy hiểm đến môi trường nếu không được xử lý.

Công nghệ xử lý nước thải nhà máy là công nghệ hóa lý 3 bậc với mục đích tái sử dụng bao gồm các công trình điều hòa, trung hòa - phản ứng lắng keo tụ 2 bậc và bậc 3 - trao đổi i-on. Nước thải được xử lý có hàm lượng Fluoride < 2mg/l đảm bảo tiêu chuẩn tái sử dụng cho sản xuất.

Với mục đích tiết kiệm hóa chất trung hòa, vôi bột sẽ được sử dụng tại công trình trung hòa bậc I, sữa vôi sẽ được sử dụng tại công trình trung hòa bậc 2.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Hiếu Nhuệ (2001), *Thoát nước và xử lý nước thải công nghiệp*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Nguyễn Đình Lăng (2010), *Nghiên cứu đề xuất dây chuyền công nghệ xử lý nước thải dây chuyền công nghệ làm phân lân - lấy Nhà máy sản xuất super lân Lào cai làm ví dụ*, NCKHSV, Trường Đại học Kiến trúc.
3. QCVN40:2011/ BTMT, *Qui chuẩn quốc gia về nước thải công nghiệp*.
3. W.Wesley Eckenfelder, Jr (2001), *Industrial Water Pollution Control*. McGraw- Hill.
4. S.V.Yakovlev, Ya.A. Karelin, Yu.M.Laskov, Yu.V.Voronov (1990), *Vodootvodyashye sistemui promuishlenuikh predpriyatiy*, Mostroyzdat.
5. V.N. Samokhin (1981), *Spravochnik proektyrovshikh, Kanalizasya naselioniukh mest y promuishlenukh predpriyatiy*, - 2oe izdanhie, Mostroyzdat.