

KHỬ NITƠ AMÔN TRONG NƯỚC NGẦM BẰNG CÔNG NGHỆ SINH HỌC ỨNG DỤNG GIÁ THỂ VI SINH DẠNG SỢI POLYESTE

Lưu Thọ Bách

ABSTRACT

This study demonstrates the use of an inexpensive and durable polyester nonwoven fiber material, made in Vietnam, as a biomass re-tainer for the removal of ammonium polluted groundwater. Results of continuous-flow experiments on denitrification followed by nitrification and recirculation processes consistently demonstrated a high rate of nitrogen removal. Polyester nonwoven fiber materials were set in both denitrification and nitrification reactors, with use of it, the reactors achieved 95~99% ammonium nitrogen removal efficiencies. The dissolved oxygen concentration was correlated with the nitrification and denitrification efficiencies of the reactors. For effective nitrogen removal efficiencies, this operational parameter must be kept as $3 \div 3,5$ mg/L in nitrification reactor and $0,6 \div 1$ mg/L in denitrification reactor.

TS Lưu Thọ Bách

Viện Khoa học và Kỹ thuật môi trường
Trường Đại học xây dựng
55 Đường Giải Phóng, Hai Bà Trưng,
Hà Nội
Di động: 0983190469

1. Mở đầu

Ô nhiễm nitơ amôn trong nước ngầm tại khu vực phía nam Hà Nội và tìm giải pháp xử lý thích hợp đang là vấn đề bức xúc của các cơ quan chức năng, các nhà khoa học và người dân sống tại khu vực. Sự xuất hiện của nitơ amôn trong nước ngầm với nồng độ $6 \div 8$ mg/L tại Nam Dư và $15 \div 25$ mg/L tại Pháp Vân đã được nhiều tác giả công bố [1-2]. Với công nghệ xử lý nước hiện hành, các nhà máy nước của Hà Nội chỉ xử lý sắt, mangan và khử trùng nên nước sau xử lý của các nhà máy nước ở khu vực phía nam thường không đạt tiêu chuẩn cho phép ($< 1,5$ mg/L) về nồng độ nitơ amôn.

Gần đây đã có nhiều nghiên cứu tìm giải pháp khắc phục tình trạng ô nhiễm nitơ amôn trong nước ngầm Hà Nội. Kết quả cho thấy xử lý sinh học là công nghệ có tính khả thi [3-6]. Ứng dụng vật liệu sợi acrylic nhập ngoại làm giá thể vi sinh có khả năng thu nhỏ khối tích công trình và đạt được hiệu suất nitrat hóa nitơ amôn cao [4]. Dây chuyển công nghệ kết hợp hai quá trình nitrat hóa - khử nitrat (Hình 1a) có khả năng khử hoàn toàn nitơ amôn trong nước ngầm tại khu vực Pháp Vân, etanol là nguồn cacbon thích hợp để bổ sung trong công đoạn khử nitrat [6]. Tuy nhiên, để đưa vào ứng dụng thực tế, còn một số vấn đề tồn tại cần xem xét: Vật liệu lưu giữ bùn trong các nghiên cứu trên là sợi

tổng hợp acrylic nhập ngoại, chưa có tại Việt Nam nên giá thành cao, gây khó khăn khi sử dụng và thay thế. Lượng cacbon hữu cơ dư từ quá trình khử nitrat gây tải ô nhiễm nước.

Nội dung đề cập trong bài này gồm:

Nghiên cứu khả năng ứng dụng của vật liệu mới là sợi Polyeste ép thành tấm, sản xuất trong nước, giá thành thấp để thay thế vật liệu acrylic nhập ngoại;

Nghiên cứu vận hành các mô hình theo sơ đồ công nghệ tuần hoàn (Hình 1b) nhằm khắc phục vấn đề tải ô nhiễm do cacbon dư trong nước sau xử lý.

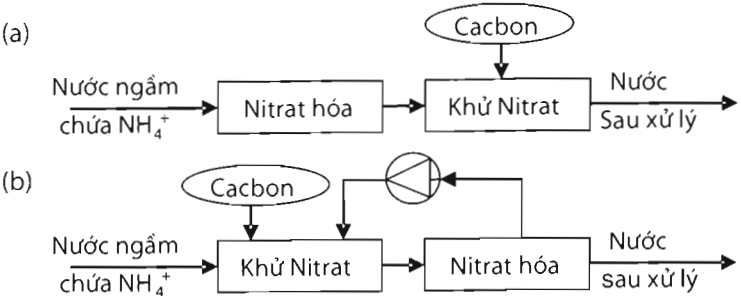
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Giá thể vi sinh - Giá thể vi sinh là sợi polyeste (Hình 2) được ép thành tấm có đục các lỗ tròn đường kính 10 mm. Các tấm có trọng lượng nhẹ, bền, có khả năng thấm nước tốt. Đây là loại vật liệu mới và lần đầu tiên được sử dụng thử nghiệm làm vật liệu lưu giữ bùn tại Việt Nam.

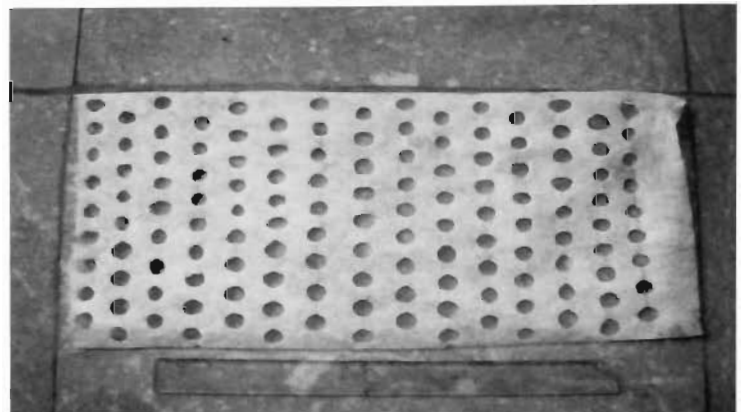
2.2. Thí nghiệm xác định khả năng lưu giữ bùn của vật liệu - Thí nghiệm tiến hành trên mô hình nitrat hóa và khử nitrat. Sau khi lắp đặt các tấm vật liệu vào các bể, bùn được cấy vào bể với nồng độ 2 g/L; sục khí nhẹ với cường độ $0,5 \div 1,5$ L/phút đối với bể nitrat hoá; và khuấy trộn với tốc độ khuấy 100 rpm đối với bể khử nitrat. Lấy mẫu theo thời

gian sục khí/khuấy trộn (tần suất 1 mẫu/h) để xác định nồng độ bùn còn lại trong hỗn hợp, qua đó đánh giá khả năng lưu giữ bùn của vật liệu.

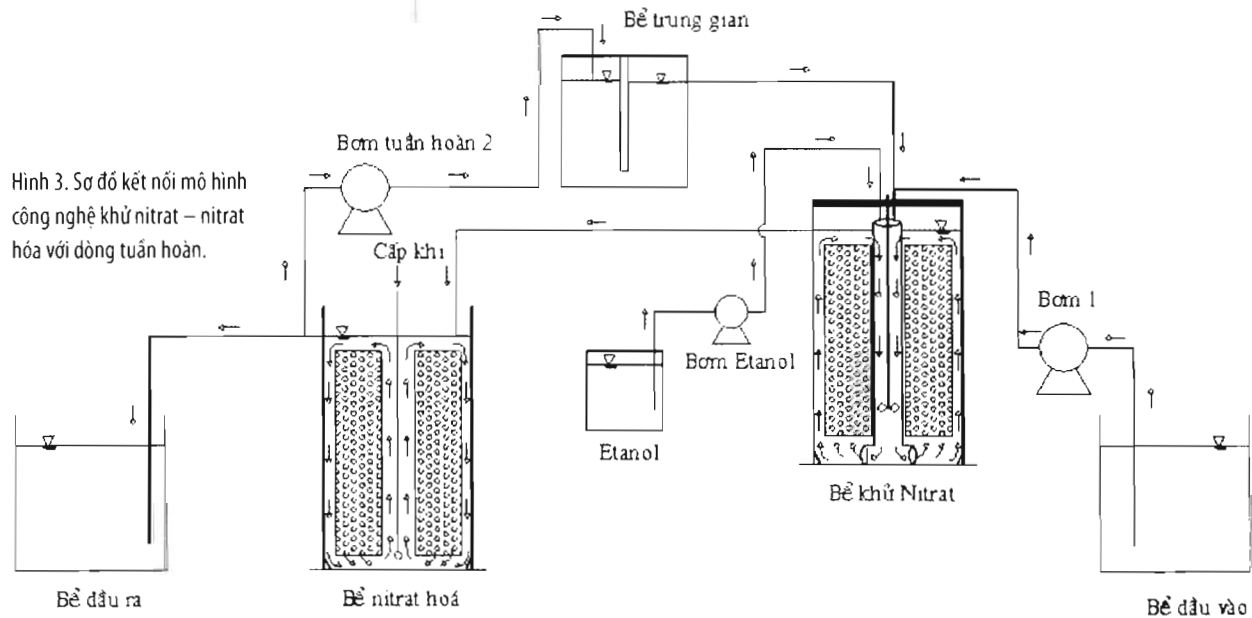
2.3. Thí nghiệm mở - Thí nghiệm mở tiến hành trong bể khử nitrat với dung tích 5 L. Hỗn hợp bùn và dung dịch đệm được khuấy trộn bằng máy khuấy với tốc độ 100 rpm. Bể được đậy nắp đảm bảo điều kiện thiếu khí thích ứng cho quá trình khử nitrat. Nồng độ N-NO₃ ban đầu trong dung dịch đệm cấp vào bể được cố định là 100 mg/L bằng cách pha từ dung dịch KNO₃. Etanol (C₂H₆O) được bổ sung thêm nhằm đáp ứng tỷ lệ N/C = 4. Để đảm bảo pH của dung dịch ở mức trung tính trong suốt quá trình phản ứng, các chất đệm K₂HPO₄ và KH₂PO₄ được thêm vào với nồng độ tương ứng 0,14 và 0,02 g/L. Hỗn hợp nước và dung dịch đệm được thay hàng ngày.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ xử lý sinh học nitơ amôn.
(a) Nitrat hóa - khử nitrat; (b) Khử nitrat - nitrat hóa với dòng tuần hoàn

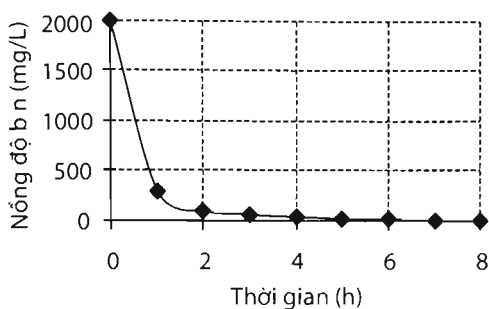


Hình 2. Giá thể vi sinh dạng sợi Polyeste ép thành tấm

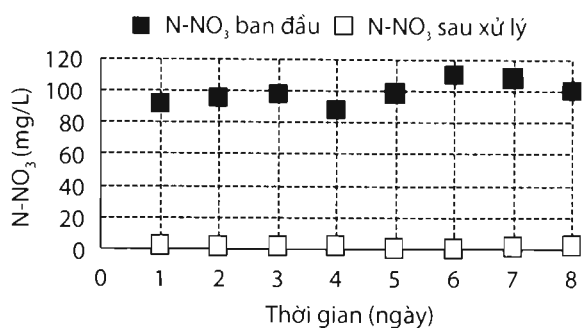


Bảng 1. Điều kiện vận hành trong các giai đoạn nghiên cứu

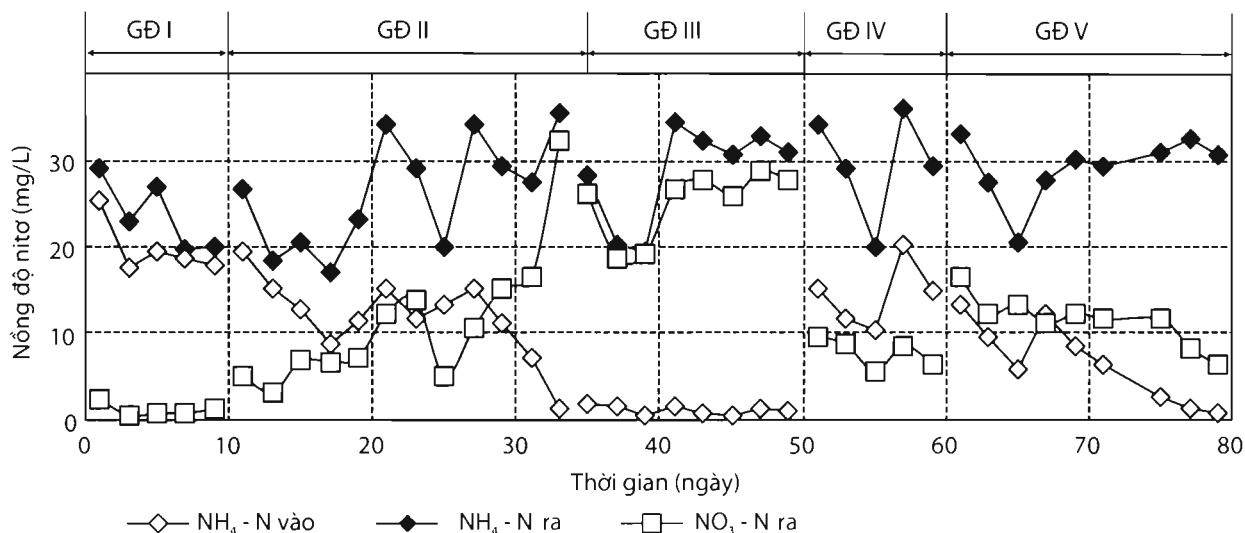
Điều kiện vận hành		Giai đoạn vận hành				
		GĐ I	GĐ II	GĐIII	GĐIV	GĐV
N-NH ₄ đầu vào (mg/L)		30	30	30	30	30
Tỷ lệ N/C		1,3	1,3	0,8	1,3	1,3
Q bơm đầu vào (L/ngđ)		40 ÷ 45	40 ÷ 45	40 ÷ 45	40 ÷ 45	40 ÷ 45
Q bơm tuần hoàn(L/ngđ)		80	80	160	80	80
DO (mg/L)	Bể nitrat hóa	2,0 ÷ 2,5	5,5 ÷ 6,5	5,5 ÷ 6,5	1,5 ÷ 2,0	2,5 ÷ 3,5
	Bể khử nitrat	KQL	KQL	KQL	KQL	0,6 ÷ 1,0
pH		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5



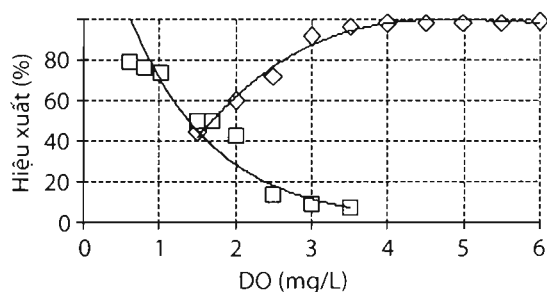
Hình 4. Sự biến thiên nồng độ bùn theo thời gian.



Hình 5. Sự thay đổi $N-NO_3$ theo ngày.



Hình 6. Sự thay đổi nồng độ nitơ trong nước qua các giai đoạn vận hành.



Hình 7. Quan hệ giữa DO và hiệu suất nitrat hóa/ khử nitrat.

2.4 Thí nghiệm liên tục

Mô hình nitrat hoá và khử nitrat - Hình 3 mô tả sơ đồ công nghệ kết nối các bể nitrat hóa và khử nitrat (dung tích 5L/bể). Các tấm vật liệu polyeste sợi ép được định vị thành 2 khối đối xứng trong các mô hình. Không khí được cấp với lưu lượng 0,5÷1,5 L/phút và được phân phối vào từ phần đáy phía giữa bể nitrat hóa nhằm cung cấp oxy, đồng thời tạo dòng đối lưu khuấy trộn đều oxy trong bể. Trong bể khử nitrat,

tiến hành khuấy trộn (tốc độ khuấy 100 rpm) trong ống trung tâm tạo dòng lưu động nhằm tăng cường khả năng hòa trộn dung dịch cacbon hữu cơ với nước và tăng cường khả năng tiếp xúc giữa nước với bùn bám trên vật liệu.

Quy trình vận hành - Nước ngầm nhân tạo có nồng độ $N-NH_4=30$ mg/L được cấp tới bể khử nitrat bằng bơm 1 (lưu lượng 40÷45 L/ngđ). Nước sau khi qua bể khử nitrat được dẫn sang bể nitrat hóa bằng ống tự chảy.

Tại đây diễn ra quá trình nitrat hóa nơ amôn, sau đó được bơm tuần hoàn ngược về bể trung gian, từ đó tự chảy đến bể khử nitrat. Cacbon hữu cơ dưới dạng dung dịch etanol (C_2H_5OH) được đưa vào bể khử nitrat với tỷ lệ $N/C = 1,3\div 0,8$ bằng bơm. Nước sau xử lý thoát ra từ bể nitrat hoá. Mô hình được vận hành liên tục trong 5 giai đoạn với các điều kiện nêu trong bảng 1.

2.5. Nuôi cấy và thuần hoá bùn

Bùn gốc là bùn hoạt tính lấy từ trạm

xử lý nước thải Kim Liên. Bùn gốc được cấy vào 2 bể với nồng độ ban đầu là 2000 mg/L. Bùn trong bể nitrat hóa được nuôi cấy và thuần hóa theo mẻ bằng dung dịch nước ngầm nhân tạo có thành phần như đã nêu trong [4]. Đối với bùn khử nitrat, việc nuôi cấy cũng được tiến hành theo quy trình nêu tại mục 2.3.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khả năng lưu giữ bùn của giá thể -. Kết quả phân tích nêu trong hình 4 cho thấy: Nồng độ bùn giảm nhanh trong 1 giờ đầu từ 2.000 mg/L xuống khoảng 300 mg/L. Các giờ tiếp theo tiếp tục giảm, sau 7 giờ - khoảng 27 mg/L. Sau 10 giờ chỉ còn 5÷6 mg/L, đạt hiệu quả lưu giữ bùn 99,7%. Vậy có thể kết luận rằng giá thể vi sinh dạng sợi Polyeste tổng hợp được ép thành tấm cho kết quả lưu giữ bùn rất tốt.

3.2. Thí nghiệm mẻ - Sau khi cố định bùn trên vật liệu tại các bể nitrat hóa và khử nitrat với nồng độ bùn ban đầu tại mỗi bể là 2000 mg/L, tiến hành thuần hóa bùn theo mẻ. Với nồng độ $N-NO_3$ đưa vào bể là 100 mg/L, chất hữu cơ theo tỷ lệ $N/C = 4$, sau 1 ngày nồng độ $N-NO_3$ trong bể còn 0,5÷2,5 mg/L; hiệu quả khử nitrat đạt 97,5÷99,5% (Hình 5). Phân tích nhiều lần đều cho kết quả tương tự, chứng tỏ bùn trong bể khử nitrat đã được thuần hoá tốt.

3.3. Thí nghiệm liên tục - Các kết quả phân tích đại diện về nồng độ $N-NH_4$, $N-NO_3$ trong nước đầu vào và sau xử lý thu được trong các giai đoạn vận hành được biểu thị trên hình 6.

Giai đoạn I: Trong 10 ngày đầu, hiệu suất nitrat hoá $N-NH_4$ của mô hình thấp chỉ đạt 5÷15% (Hình 6, GĐI). Nguyên nhân do bùn còn ít, phân bố không đều, tập trung nhiều ở phần dưới các tấm vật liệu; DO trong bể thấp do sục khí không đều.

Giai đoạn II: Tại giai đoạn này, thiết bị phân phối khí được điều chỉnh đảm bảo cấp khí đều. Sau 1 tháng vận hành hiệu suất nitrat hóa đạt 98%. Sinh khối bùn trong bể ni-

trat hóa tăng rõ rệt và phân bố đều trên bề mặt vật liệu. Tuy nhiên $N-NO_3$ đầu ra cao (25÷28 mg/L), chưa đạt yêu cầu (Hình 6, GĐII).

Giai đoạn III: Các điều kiện vận hành được thay đổi như tăng lượng cacbon bổ sung, tăng tốc độ bơm tuần hoàn giữa 2 bể (từ 80 lên 160 L/ngđ). Nhưng 2 biện pháp trên không làm giảm $N-NO_3$ trong nước sau xử lý (Hình 6, GĐIII), trái lại khi tăng lượng cacbon ($N/C = 0,8$), sinh khối bùn trong bể khử nitrat tăng rõ rệt gây tắc đường ống tự chảy sang bể nitrat hóa. Mặt khác, DO trong bể nitrat hóa được duy trì ở mức 5,5÷6,5 mg/L đảm bảo điều kiện tốt cho phản ứng nitrat hóa xảy ra hoàn toàn, tuy nhiên do nước được tuần hoàn trực tiếp về bể khử nitrat nên DO tại đây luôn ở mức 3÷4 mg/L, đây cũng là một nguyên nhân làm hiệu suất khử nitrat thấp. Như vậy, nguyên nhân hiệu suất khử nitrat thấp không phải do lượng chất hữu cơ bổ sung không đủ hay do tỷ lệ tuần hoàn nước thấp.

Giai đoạn IV: Nồng độ ôxi hòa tan trong bể nitrat hóa được điều chỉnh về 1,5÷2,0 mg/L. Sau 5 ngày vận hành, xuất hiện các hiện tượng như: bùn trôi nổi trong bể nitrat hoá; hiệu suất nitrat hóa giảm xuống 50÷60%; xuất hiện nhiều bọt khí trong bể khử nitrat; hiệu suất khử nitrat tăng, $N-NO_3$ trong nước sau xử lý giảm còn 6÷8 mg/L (Hình 6, GĐIV). Hiện tượng xuất hiện bùn trôi nổi trong bể nitrat hóa khi DO trong bể giảm cho thấy độ hoạt tính của bùn nitrat hóa phụ thuộc vào DO. DO thấp dẫn tới tỷ lệ NH_4 bị ôxi hóa sẽ giảm, nhưng lại là điều kiện tốt để phản ứng khử nitrat được thực hiện vì vậy xuất hiện nhiều bọt khí nitơ trong bể khử nitrat. Vậy nguyên nhân làm cho nước sau xử lý còn nhiều nitrat trong giai đoạn III là do DO trong bể khử nitrat quá cao, không đảm bảo môi trường thiếu khí. Tuy nhiên nếu giảm DO trong bể khử nitrat thì DO trong bể nitrat hoá cũng giảm theo do 2 bể được nối với nhau bằng hệ thống bơm tuần hoàn. Vì vậy, cần bổ sung thêm 1 bể trung gian nhằm

đảm bảo DO trong bể nitrat hóa cao nhưng vẫn duy trì được DO trong bể khử nitrat ở mức thấp. Việc này được thực hiện trong giai đoạn V.

Giai đoạn V: Bể trung gian (Hình 3) được đặt sau bơm tuần hoàn và được cấy vi khuẩn hiếu khí, các vi khuẩn có nhiệm vụ tiêu thụ DO trong nước tuần hoàn, từ đó duy trì DO ở mức thấp trong bể khử nitrat. Kết quả phân tích cho thấy $N-NH_4$ và $N-NO_3$ trong nước sau xử lý tương ứng đạt ở mức 1 và 6 mg/L (Hình 6 GĐV) đáp ứng được yêu cầu do Bộ Y tế ban hành. Trong giai đoạn này, COD trong nước sau xử lý được quan trắc liên tục, kết quả cho thấy COD trong nước sau xử lý luôn ở mức 0,2÷0,6 mg/L. Vậy bổ sung etanol theo tỷ lệ $N/C = 1,3$ là hợp lý, lượng cacbon bổ sung được sử dụng hầu hết trong phản ứng khử nitrat và sau đó được ôxi hóa hết trong bể nitrat hóa. Đây cũng là ưu điểm của sơ đồ công nghệ này.

3.4. Quan hệ giữa hiệu suất khử nitơ và ôxi hoà tan

Từ kết quả nêu trong hình 7 có thể thấy rằng: để đạt hiệu suất khử nitơ cao, nồng độ DO cần duy trì ở mức 3÷3,5 mg/L trong bể nitrat hóa và 0,6÷1 mg/L trong bể khử nitrat.

4. Kết luận

Vật liệu sợi Polyeste ép thành tấm có các đặc tính: khả năng lưu giữ vi sinh vật tốt, nhẹ, thấm nước, bền trong môi trường nước, có thể gia công tại Việt Nam và dễ dàng cắt, ghép theo nhiều khuôn mẫu phù hợp với điều kiện thực tế của từng công trình. Sử dụng vật liệu Polyeste sợi ép không yêu cầu các công tác vận hành phức tạp như thông tắc rửa lọc. Khi nồng độ bùn trong bể vượt quá mức cần thiết có thể rút các tấm giá thể ra khỏi công trình để rửa sạch và sử dụng lại.

Sơ đồ công nghệ khử nitrat - nitrat hóa với dòng tuần hoàn có ưu điểm là quản lý được lượng cacbon hữu cơ dư từ quá trình khử nitrat, không gây tái ô nhiễm nước sau xử lý và đảm bảo khử được nitơ amôn trong nước ngầm đạt tiêu chuẩn

(<1,5 mg/L) do Bộ Y tế ban hành.

DO là chỉ tiêu vận hành quan trọng trong quá trình nitrat hoá và khử nitrat. Cần duy trì nồng độ DO trong bể nitrat hoá ở mức 3÷3,5 mg/l và trong bể khử nitrat ở mức 0,6÷1 mg/l. Với công nghệ kết nối 2 quá trình khử nitrat – nitrat hóa trên bằng dòng tuần hoàn thì cần thiết kể 1 bể hoặc ngăn trung gian nhằm quản lý và duy trì DO trong bể khử nitrat ở mức thấp. ■

► BÊ TÔNG CHỊU LỬA ÍT XI MĂNG

Có nhiều chủng loại sản phẩm bê tông chịu lửa đã đáp ứng được yêu cầu của các đơn vị sử dụng trong nước đó là:

- Bê tông chịu lửa ít xi măng cho lò quay xi măng: CR-12AR, CR-14LC, CR-15LC, CR-18LC, CR-19LC, CR-19LC, CR-15SiC-30

- Bê tông chịu lửa siêu ít xi măng cho lò luyện thép: CR-14ULC, CR-15ULC, CR-18ULC, CR-19ULC, CR-18SP

- Bê tông chịu lửa cho lò cán thép: CR-14LC, CR-15 LC, ALUMP-LAST-15, CR-19LC BLOCL

- Bê tông chịu lửa cách nhiệt: CR-101, CR-131, CR-181

- Bê tông chịu lửa cho lò hơi nhiệt điện CR-15LC, CR-18 LC, CR-15GUN, SiC- PLAST.

Hiện nay các sản phẩm này đã thay thế các sản phẩm nhập ngoại với các chỉ tiêu kỹ thuật vượt trội và tính ổn định của sản phẩm. Việc cung cấp các sản phẩm thay thế hàng nhập ngoại mang lại nhiều lợi ích về kinh tế và thời gian cho các doanh nghiệp. Trong những tháng đầu năm của năm 2009, Viện Vật liệu xây dựng đã ký kết các hợp đồng cung cấp các sản phẩm bê tông chịu lửa cho các Công ty xi măng như Công ty CP xi măng Bim Sơn, Công ty CP xi măng Bút Sơn, Hoàng Thạch,... với tổng giá trị hợp đồng lên đến trên 40 tỷ đồng Việt Nam.

► VỮA CỐT LIỆU NHẹ PORAVER

Poraver là một loại cốt liệu nhẹ được làm hoàn toàn từ thủy tinh phế liệu do hãng DennertPoraver của Đức giới thiệu. Sản phẩm là loại hạt hình cầu nhẵn được chế tạo bằng một quy trình sản xuất đặc biệt có đặc tính tương tự như cát mịn, đường kính từ 0,04 mm đến 16 mm.

Poraver có tỷ trọng nhỏ và khả năng chịu lực cao, các đặc tính cách nhiệt, cách âm tốt, chịu được tác động của hoá chất và kiềm. Ngoài ra, sản phẩm còn chịu được cháy, tác động của thời tiết, ngăn ngừa vi khuẩn, nấm mốc phát triển. Nhờ cấu trúc thủy tinh vô định hình nên sản phẩm chống được nguy cơ mắc bụi phổi. Loại hạt này cũng làm tăng các đặc tính cần thiết của vật liệu kết dính và trát đắp, khả năng chịu uốn cao hơn, dễ ứng dụng hơn đối với các nhà sản xuất đang sử dụng cốt liệu nhẹ.

Vữa trát đắp và vữa dán sử dụng cốt liệu nhẹ Poraver phù hợp cho thi công các tấm panel cách ly, hiệu quả cao hơn 30% so với các loại vữa thông thường. Với đặc tính tỷ trọng thể tích nhỏ và khả năng cách ly tốt, các loại vữa làm từ sản phẩm này có khả năng lấp đầy mọi chỗ trống và làm cho bề mặt hoàn thiện nhẵn bóng. Chúng có thể chế biến dễ dàng bằng tay cũng như bằng máy cơ giới và thích hợp với tất cả các loại máy trộn liên tục cỡ lớn và các loại bơm cấp liệu. Sản phẩm có khả năng cách ly, đàn hồi, uốn và dễ ứng dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Công ty Kinh doanh nước sạch Hà Nội, Đánh giá hiện trạng chất lượng nước ngầm và nước xử lý qua kiểm tra chất lượng nước tại Công ty Kinh doanh nước sạch Hà Nội, 2000.
2. Hồ Vương Bình, Hiện trạng ô nhiễm nước ngầm vùng Hà Nội. Hội thảo quốc gia về tài nguyên nước dưới đất, Hà Nội, 25/11/1997.
3. Báo cáo kết quả vận hành pilot xử lý N-Amoni tại nhà máy nước Pháp Vân. TT công nghệ MT và phát triển BV, Trường ĐHKHTN-Đại học Quốc gia, Hà Nội tháng 3/2002.
4. Lều Thọ Bách và Trần Hiếu Nhuệ "Ứng dụng vật liệu sợi tổng hợp acryl làm vật lưu giữ bùn nhằm xử lý sinh học nitơ amon trong nước ngầm Hà Nội", Tạp chí Khoa học và Công nghệ xây Dựng, Bộ Xây dựng, Việt Nam, tr. 39-42, số 12/2005..
5. Lều Thọ Bách và Trần Hiếu Nhuệ "Nghiên cứu xử lý sinh học Nitơ Amôn trong nước ngầm Hà Nội", Kỷ yếu hội thảo Phát triển thành phố xanh trên lưu vực sông, TP. HCM, 2005.
6. Lều Thọ Bách và cộng sự, "Nghiên cứu xử lý sinh học nitơ-amôn trong nước ngầm bị ô nhiễm tại khu vực Pháp Vân", Báo cáo Hội nghị KHCN lần thứ 14, ĐHXD, 2006.