



Xử lý nước thải công nghiệp hiệu quả



Xử lý nước thải công nghiệp hiệu quả

Các yêu cầu khắt khe hơn tiếp tục được thiết lập để làm sạch nước thải công nghiệp. Dù có các thông số theo quy định pháp luật hoặc các điều chỉnh vận hành mới, vẫn có nhu cầu cho các khái niệm và quy trình đảm bảo tối đa tính linh hoạt cho các thiết bị làm sạch. Các quá trình sử dụng oxy mang đến hiệu quả lớn cho phép các nhà máy hiện hữu có thể thích ứng với các nhiệm vụ mới mà không cần mở rộng cấu trúc phức tạp hoặc vốn đầu tư.

Thêm vào các mục tiêu như tăng độ tin cậy phù hợp với các giá trị nước thải theo quy định hoặc bảo đảm đầy đủ chất lượng nước thải để tuần hoàn trong nhà máy, nhu cầu về không gian đóng một vai trò quan trọng, đặc biệt trong lĩnh vực công nghiệp. Do đó, các bộ lọc sinh học, các lớp đệm tính và màng sinh học đại diện cho sự bổ sung thú vị vào các khái niệm nhà máy cổ điển, nơi quan tâm đến việc mở rộng hoặc thay thế các nhà máy hiện hữu. Ở đây cũng vậy, các khả năng chỉ có thể được khai thác triệt để với oxy tinh khiết (O_2).

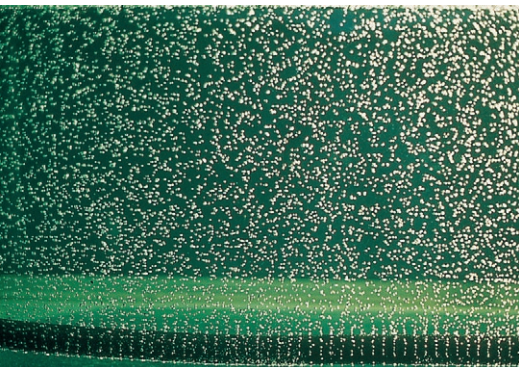
Đối với việc trung hòa nước thải kiềm, cacbon dioxit (CO_2) mang đến nhiều thuận lợi. Đối với các phần dòng chảy bị ô nhiễm bởi các chất khó phân hủy, ozone (O_3) là sự lựa chọn để khắc phục. Trên cơ sở các ví dụ ứng dụng hiện tại, bài viết

này mô tả việc làm thế nào để các quy trình kỹ thuật hiện đại có thể được khai thác một cách tối ưu bằng cách sử dụng các loại khí kỹ thuật như O_2 , CO_2 hoặc O_3 .

Ôxy trong công nghệ xử lý nước thải

Ôxy tinh khiết là “ôxy khí quyền cô đặc” mà không có phần nền nitơ. Điều này làm cho tiềm năng tối ưu hóa của nó rất rõ ràng:

- Ôxy có thể được hòa tan trong nước nhanh hơn và sử dụng ít năng lượng hơn. Điều đó cho phép một phản ứng linh hoạt, ngay cả khi có sự thay đổi lớn về nhu cầu
- Chỉ khoảng 4% thể tích không khí được cần đến khi ôxy tinh khiết được sử dụng. Điều này mang lại kết quả là những ưu điểm sau:
- Chẳng hạn như chi phí thiết bị tương ứng thấp hơn cho khí đầu vào,
- sự tạo thành chất dễ bay hơi tối thiểu và có ít gây mùi hôi hơn,
- ít sự cố thủy lực hơn trong vận hành các nhà máy lọc,
- không có xáo trộn của quá trình ổn định thông qua tuyển nổi ngoài ý muốn (siêu bão hòa nitơ trong bể hiếu khí sâu dẫn đến sự thoát khí trong quá trình lắng cuối cùng).

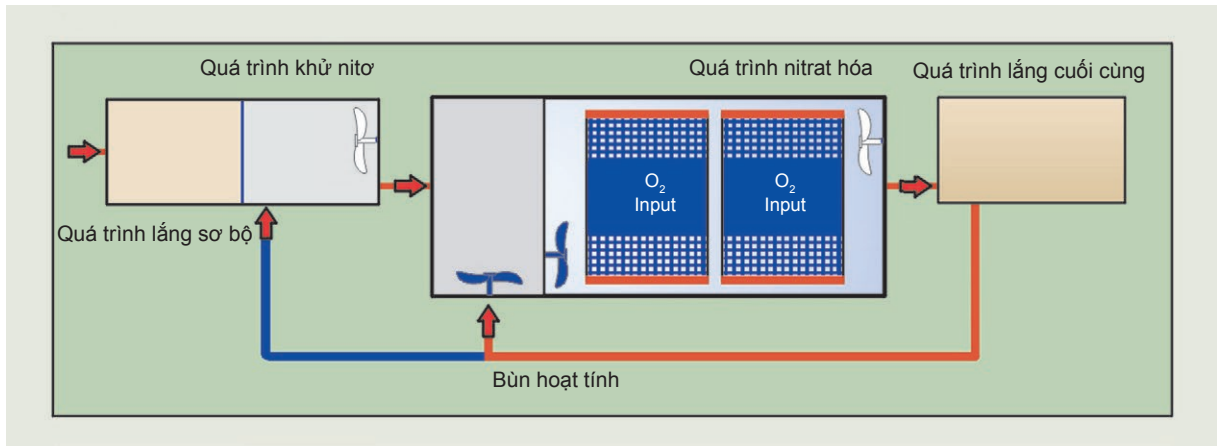


Hình 1: Kỹ thuật cấp oxy tinh khiết được Messer phát triển: Ống phân phối khí (bên trái), đầu phun (giữa), hệ thống cấp oxy (bên phải).

Hệ thống cấp oxy

Những lợi thế kinh tế của một nguồn cung cấp oxy tinh khiết chỉ có thể được sử dụng một cách tối ưu với công nghệ xử lý phù hợp. Thực tế, các ống sục khí đặc biệt, đầu phun và thiết bị oxy hóa (hình 1) đã chứng minh giá trị của chúng.

Sự lựa chọn hoặc kết hợp hệ thống phụ thuộc phần lớn vào các ứng dụng và các điều kiện tại địa phương. Thí dụ, các thông số quan trọng là kích thước hình học của bể chứa, sự cung cấp và chi phí điện năng của địa phương.



Hình 2: Sơ đồ chuyển đổi của một nhà máy xử lý nước theo quy trình Biox®-N

Giải quyết các vấn đề trong thực tế

Xử lý cực đại bằng cách sục khí ôxy từng phần (POG)

Các vấn đề về mùi ở một nhà máy xử lý nước thường cho thấy tình trạng thiếu ôxy. Từ năm 1981, do sự biến động mạnh về nhu cầu ôxy trong ngắn hạn gây ra vấn đề mùi, Nhà máy xử lý nước Emschermündung ở Đức đã vận hành thành công trong hơn 20 năm với một nguồn cung cấp ôxy tinh khiết bổ sung, loại bỏ sự cần thiết của các biện pháp xử lý tiếp theo.

Ví dụ khác, một nhà máy chế biến khoai tây ở Mecklenburg cần thiết phải nâng cao hiệu quả hoạt động. Mặc dù trạm xử lý nước thải đã được mở rộng, bao gồm một bể SBR (Sequence Batch Reactor-Bể sinh học từng mẻ liên tục) vẫn không thể đáp ứng được các giá trị nước thải yêu cầu. Một trong hai bể được cung cấp một nguồn ôxy tinh khiết bổ sung. Vì mục đích này, một nửa các thiết bị sục khí hiện hữu được điều chỉnh lại cho ôxy tinh khiết trong khi nửa kia vẫn còn hoạt động với không khí.

Sau khi chuyển đổi sang vận hành POG, chỉ có nước thải trong bể đã cải tạo đạt dưới mức giới hạn. Các quy trình theo mẻ như bể xử lý mẻ hoặc bể phản ứng theo mẻ liên tục đã nhiều lần chứng minh khả năng xử lý trong ngành công nghiệp thực phẩm, trong đó nhu cầu ôxy cao đạt cực đại tại các bể nước thải sạch. Tại một nhà máy xử lý nước thải sữa ở Saxony, mặc dù có hệ thống sục khí theo nhiều hướng, giá trị cực đại vượt quá giới hạn lên tới 280% giá trị định mức thường dẫn tới tình trạng thiếu ôxy tạm thời. Nguồn cung cấp ôxy đến từ một nhà máy ôxy tinh khiết (POG) rất đáng tin cậy để đáp ứng tối đa nhu cầu ôxy.

Hiệu quả tốt hơn cho quá trình nitrat hóa và khử nitơ

Để loại bỏ nitơ trong giai đoạn làm sạch thứ ba, theo yêu cầu của pháp luật, Messer đã phát triển quy trình Bióx®. Hiệu quả của giai đoạn xử lý sinh học được tăng cường đáng kể thông qua sự hỗ trợ hoặc thay thế phương pháp sục khí thông thường bằng ôxy tinh khiết, cùng lúc đó làm tăng sinh khối có trong hệ thống (hình 2). Sau đó thường có thể tách một lượng nước thải từ bể chứa hiện có để khử nitơ. Một trong các nhà máy xử lý nước thải công nghiệp lớn nhất trên thế giới cũng sử dụng ôxy tinh khiết cho quá trình nitrat hóa. Ở đây ôxy được đưa vào dung dịch bằng các tấm sục khí của Messer.

Trạng thái siêu bão hòa Nitơ/Tuyển nổi: vấn đề được giải quyết bằng ôxy

Trong các bể sâu và bề tạm gọi là tháp sinh học, quá trình sục khí có thể dẫn đến nitơ hòa tan nồng độ cao (mà không được vi sinh vật tiêu thụ như khí ôxy) nên thỉnh thoảng xảy ra sự thoát khí ở bề lắng cạn hơn. Quá trình tuyển nổi sau đó xảy ra trong các bể lắng, dẫn đến sự suy giảm lớn trong giá trị nước thải. Với độ sâu mực nước 10 m trong bể sục khí, hàm lượng nitơ siêu bão hòa đo là 150% đo được trong bể lắng của một nhà máy thử nghiệm 3000 EW.

Khi các bể sâu được cung cấp liên tục hoặc không liên tục với ôxy tinh khiết thay cho khí nén, trạng thái siêu bão hòa nitơ được giảm xuống và bể lắng hoạt động mà không có xảy ra vấn đề gì.

Làm sạch nhỏ gọn trong lọc ôxy hơi ngưng

Nếu nước thải không có lẫn các phần tử rắn và dòng thải ổn định, giá trị thấp (ví dụ như ammonia), quy trình lọc sinh học được sử dụng để làm sạch hoặc sau làm sạch. Một hệ thống nhỏ gọn và đặc biệt kinh tế bao gồm bộ lọc cát liên tục hai giai đoạn, trong đó cát thạch anh được sử dụng như là lớp lọc trung bình và chất mang cho sinh khối.

Các nhà máy này phù hợp cho cả sử dụng thường xuyên và tạm thời. Khi giai đoạn sục khí đầu tiên được cung cấp bởi oxy tinh khiết, sự vận hành tối ưu được đảm bảo, tức là:

- không gây xáo trộn quá trình lọc do thể tích dòng khí nhỏ
- không tạo rãnh trên lớp cát
- giảm các phần tử tạo mùi
- không tạo thành kết tủa vôi ngoài ý muốn

Tổng hàm lượng các chất rắn còn lại trong nước thải dưới 10 mg/l. Điều này làm cho nước thải đã làm sạch có thể tuần hoàn trực tiếp trong các quá trình sản xuất.

Các ví dụ của ứng dụng:

- Trong trường hợp phục hồi đất và khử nước, các lớp lọc cát liên tục với thời gian lưu ngắn (ít hơn 10 phút đã đạt được tỷ lệ loại bỏ hơn 99% MAH (monocyclic aromatic hydrocarbons – hydrocarbon thơm vòng đơn) và trên 92% PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons-hydrocarbon thơm đa vòng). Các giá trị nước thải cho MAH và PAH ít hơn 3 µg / l.
- Trong công nghiệp chế biến giấy thải, một bộ lọc cát đã được kết nối sau giai đoạn xử lý kỵ khí. Hàm lượng sunfua lên đến 2,7 kg S/m³ • d, mức độ khử hơn 97% và hàm lượng sunfua trong nước thải dưới 1 mg/l. Sự loại bỏ chất rắn (TSS) đạt 80% đến gần 100% và kết quả là hàm lượng TSS trong nước thải TSS dưới 20 mg/l. Hàm lượng COD giảm trong bộ lọc là khoảng 50%.

Màng sinh học: An toàn trong không gian tối thiểu - lý tưởng với oxy

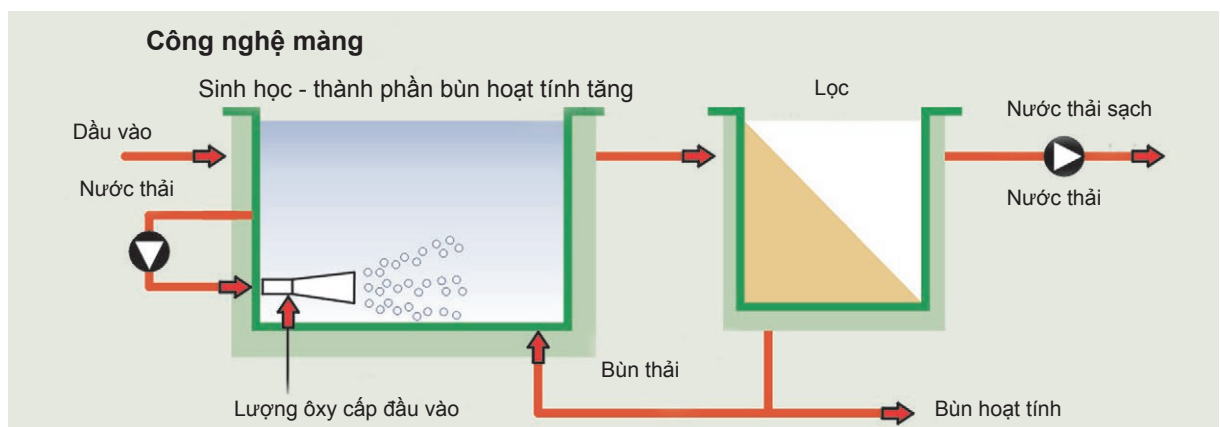
Tinh lọc nước thải bằng màng sinh học trong đó một bộ vi lọc bằng màng thay thế phương pháp lắng thông thường (hình 3) đặc biệt tiết kiệm không gian và an toàn. Thành phần bùn hoạt tính được luân chuyển nhanh hơn từ 3 đến 8 lần so với các nhà máy thông thường.

Vi vậy, ngoài quá trình lắng, giai đoạn sinh học cũng tinh gọn hơn. Chất lượng nước thải qua màng sinh học là không có chất rắn và tuân thủ điều kiện vệ sinh theo tiêu chuẩn nước tắm. Do đó, khả năng tận dụng lại nước là rất tốt.

Tuy nhiên, hiệu quả tiềm năng của màng sinh học chỉ có thể được khai thác đầy đủ nếu hệ thống sục khí oxy tinh khiết bổ sung hoặc thay thế quá trình sục khí thông thường. Hỗn hợp nước thải và bùn hoạt tính trong màng sinh học có độ nhớt đặc biệt làm cho sự hấp thu oxy từ hệ thống sục khí áp lực dưới dạng bong bóng cực nhỏ trở nên khó khăn hơn. Messer đã phát triển một hệ thống phun oxy đặc biệt đối với loại bùn hoạt tính có độ nhớt cao này mà ngay cả lượng oxy cấp đầu vào đạt mức cao nhất cũng có thể được xem là kinh tế. Khi so sánh trực tiếp với màng sinh học, hệ thống này đã đạt được hiệu quả hòa tan nhiều hơn 2,5 lần và mức tiêu thụ năng lượng thấp hơn 2,5 lần so với với sục không khí. Trong trường hợp bể xử lý hoạt động dưới áp suất, năng lượng tiết kiệm được thậm chí đáng kể hơn. Tại một nhà máy xử lý nước rỉ rác, hệ thống cũng đã chứng minh khả năng cung cấp oxy bổ sung cho trường hợp cực đại: có thể cải thiện hiệu quả làm sạch trực tiếp 40%.

Ưu điểm của oxy tinh khiết trong xử lý nước thải công nghiệp

- nâng cao hiệu quả xử lý trong các trường hợp đột xuất hoặc liên tục quá tải
- quá trình nitrat hóa an toàn
- mùi hôi phát ra ít hơn đáng kể
- quá trình cấp oxy diễn ra yên tĩnh
- độ tin cậy cao hơn, phù hợp cho các trường hợp khẩn cấp khi thiết bị sục khí gặp sự cố
- không tốn chi phí và thời gian mở rộng nhà máy
- có thể được sử dụng như một giải pháp chuyển tiếp hoặc tạm thời với chi phí
- đầu tư thấp hơn so với các nhà máy được xây dựng thông thường



Hình 3: Tiết kiệm không gian nhờ một màng sinh học

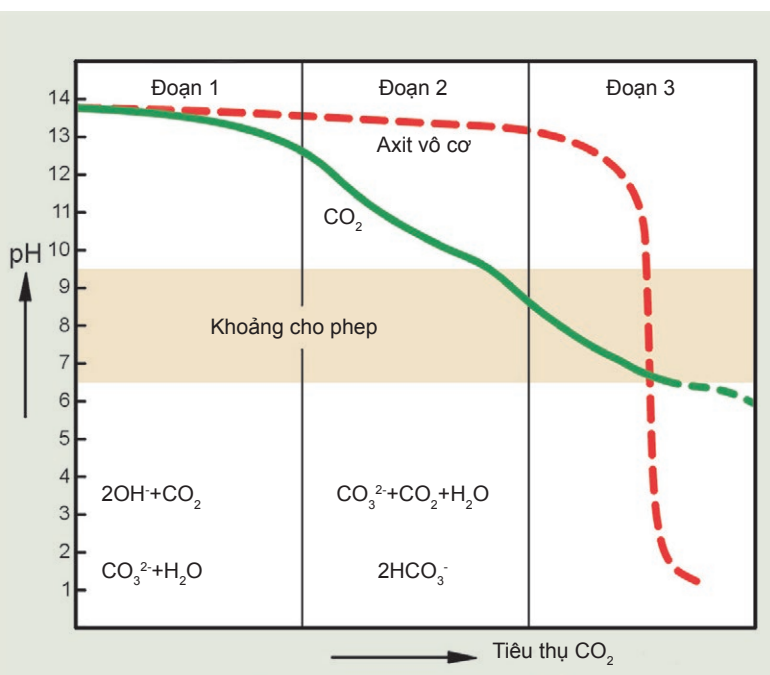


Hình 4: CO₂ dùng cho trung hòa tại công trường xây dựng Nhà ga chính Berlin, trước đây là Nhà ga Lehrter.

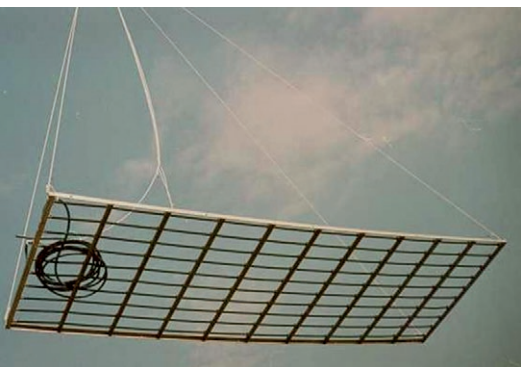
Trung hòa và điều chỉnh pH bằng CO₂: không tạo muối trong chu trình nước thải

Nước thải kiềm phải được trung hòa trước khi nó được chuyển qua công đoạn xử lý sinh học. Tại đây, trung hòa bằng CO₂ đang trở nên ngày càng quan trọng:

- So sánh giá trị tiêu thụ CO₂ và các axit vô cơ về khả năng tận dụng triệt để cho thấy lợi thế đặc biệt nghiêng về CO₂. Đây là một lý do tại sao so sánh chi phí đưa ra kết quả có lợi hơn cho CO₂.
- Hàm lượng muối thấp hơn không chỉ quan trọng đối với khoản phí nước thải, mà còn đối với nhiều mục đích sử dụng của chu trình tuần hoàn nước (gần như) khép kín: Trong trường hợp sử dụng CO₂ sẽ tránh được quá trình tạo muối clorua hoặc sunfat và các vấn đề liên quan đến ăn mòn.
- Hình 5 cho thấy đường cong trung hòa của một axit vô cơ so với axit cacbonic. Đường cong trung hòa nồng hơn của CO₂ rằng việc nó được bổ sung vào, ngay cả trong phạm vi xung quanh quan điểm trung tính, chỉ có một tác động nhẹ về giá trị pH, thực tế loại bỏ sự axit hóa quá mức (không giống như các axit vô cơ). Do đó, quy định về công nghệ phức tạp có thể trở nên không cần thiết đối với CO₂.



Hình 5: Biểu đồ đường cong trung hòa sử dụng CO₂ so với các axit vô cơ.



Hình 6: Các thiết bị trung hòa được Messer sử dụng: ống phân phối khí (bên trái), bồn chứa theo mẻ do khách hàng xây dựng (giữa), cấp lỏng (bên phải).

Đối với việc cấp khí đầu vào và hòa tan CO₂ trong nước, Messer sử dụng nhiều hệ thống khác nhau: thiết bị phản ứng dạng ống, hệ thống phun, thiết bị khuấy tĩnh, bơm phụt hoặc thậm chí cả đệm sục khí. Kỹ thuật được sử dụng phụ thuộc vào chất lượng nước, ví dụ như độ cứng của nước, và các điều kiện tại chỗ.

Messer cung cấp cho mỗi đơn vị sử dụng một quá

trình tối ưu tận dụng triệt để CO₂ và hiệu quả kinh tế tốt nhất. Với công nghệ này, Messer có kinh nghiệm thực tế với hơn 150 nhà máy trung hòa (hình 4 và 7).



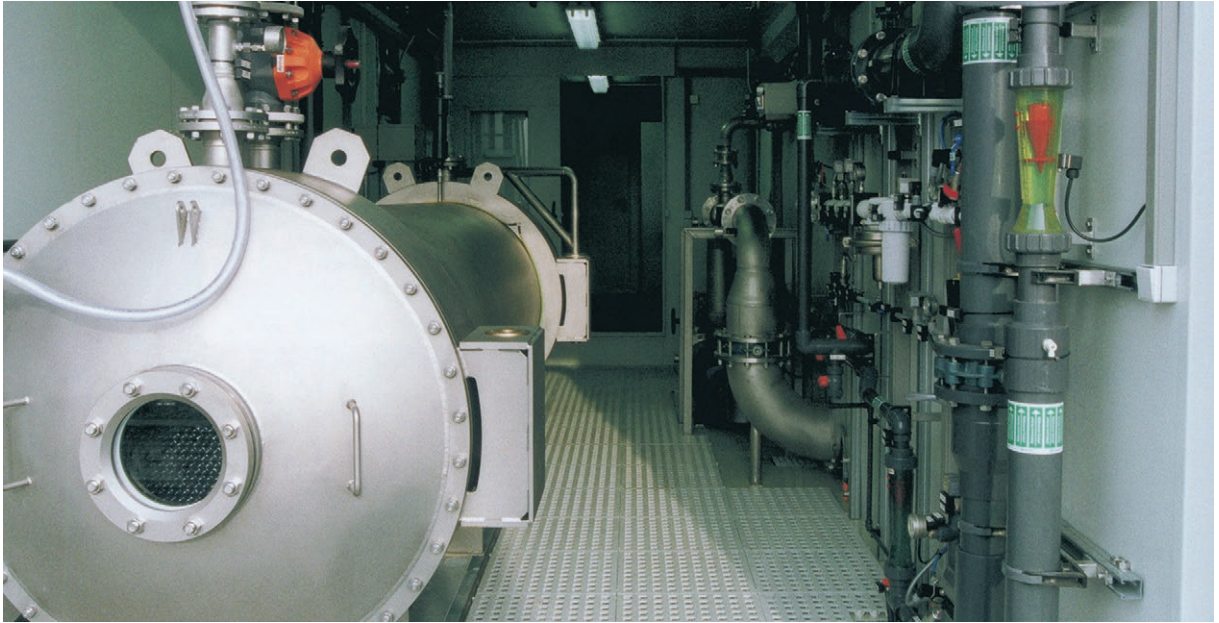
Hình 7: Trung hòa nước thải kiềm của ngành dệt nhuộm bằng CO₂.

Trung hòa và điều chỉnh pH bằng CO₂ - những ưu điểm chung:

- Không tạo muối clorua, sunfat, vv... vì vậy thân thiện với môi trường
- Không chịu phí do tăng hàm lượng muối
- Phù hợp hơn cho chu trình tái sử dụng nước
- Thực tế loại bỏ được sự axit hóa quá mức
- Không gây ra các vấn đề ăn mòn
- Chi phí vận hành thấp
- Kiểm soát quá trình kết tủa kim loại nặng hoặc các thành phần độ cứng

Trung hòa bằng CO₂ đã được tiến hành trong các ngành công nghiệp sau:

- Ngành nước giải khát
- Chế biến sữa
- Ngành giấy và cellulose
- Quá trình mạ
- Luyện kim
- Ngành dệt nhuộm và thuộc da
- Hóa chất
- Thủy tinh
- Nhà máy điện
- Giặt tẩy
- Trung hòa tại công trường xây dựng



Hình 8: Trạm xử lý ô-zôn để oxy hóa nước thải từng phần.

Ozone-Ôxy hóa và khử trùng mà không tạo muối

Nếu nước thải có chứa các chất hữu cơ không thể phân hủy sinh học hoặc các hoạt động sinh học trong chu trình nước thải bị giới hạn, xử lý ozone là quy trình được lựa chọn. Sau flo, ozone là chất oxy hóa mạnh nhất. Tuy nhiên, nó phản ứng để tạo thành các sản phẩm oxy hóa không gây hại và ôxy và không tạo muối cho nước thải được xử lý.

Ozone không có thể lưu giữ, do đó, nó luôn luôn được sản xuất từ ôxy trong máy tạo ozone tại chỗ (hình 8). Đối với các ứng dụng công nghiệp, nồng độ ozone 10 đến 14% khối lượng có thể được tạo ra với mức tiêu thụ năng lượng dưới 10 kWh/kg ozone. Nồng độ cao này chỉ đạt được với ôxy tinh khiết, có lợi vì chi phí thiết bị và năng lượng cho việc hòa tan ozone trong nước thấp hơn và các phản ứng xảy ra nhanh hơn. Các ví dụ ứng dụng sau đây minh họa những lợi thế của ozone:

Ozone kết hợp với giai đoạn xử lý sinh học hiếu khí

Để xử lý các hợp chất không phân hủy trực tiếp bằng ozone, phương pháp xử lý ozone thường được kết hợp sau giai đoạn xử lý sinh học. Trong quá trình oxy hóa từng phần, ozone bẻ gãy các thành phần bền còn lại trong nước thải và theo cách này làm cho chúng dễ tiếp cận hơn với bước xử lý sinh học tiếp theo với chi phí thấp. Thông số đo sự phân hủy các thành phần nước thải là tỉ lệ COD trên BOD5 (như cầu oxy hóa học trên nhu cầu oxy sinh học). Tỷ lệ này càng nhỏ, nước thải xử lý sinh học càng tốt hơn. Trong nước thải của một nhà máy xeo giấy, tỷ lệ COD/BOD trong giai đoạn đầu của nước thải đã được giảm từ 8 đến 3, và theo cách này hiệu quả xử lý COD của toàn hệ thống đã được nâng lên từ 45% đến trên 80%. Trong ngành công nghiệp dệt nhuộm, công đoạn ozone sau khi xử lý được sử dụng để khử màu nước thải. Trong lĩnh vực dược phẩm, ozone chủ yếu được sử dụng để khử trùng và khử hoạt tính của các sinh vật gây bệnh.

Ozone cho xử lý nước tuần hoàn/nước sản xuất

Nếu vì lý do kinh tế và sinh thái, nước sản xuất được tuần hoàn, các chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thông qua các hoạt động sinh học có thể dẫn tới bị nhớt. Ở đây, ozone là một sự lựa chọn cho chất diệt khuẩn vì nó không tạo ra muối và thậm chí ở liều lượng tương đối thấp vẫn có hiệu quả ức chế hoạt động của vi sinh một cách hiệu quả.

Ozone để xử lý nước làm mát

Những lợi thế của việc sử dụng ozone trong hệ thống làm mát nước tuần hoàn mở rất thuyết phục nên Messer đang lần lượt trang bị cho tất cả các nhà máy sản xuất của mình. Ngay cả với số lượng thấp cụ thể là 0,1 g mỗi m³ nước tuần hoàn, ozone mang đến:

- Giảm mạnh sự phát triển của vi sinh vật và tảo
- Tránh đóng cặn ở tất cả các thành phần thiết bị, và như vậy gia tăng hiệu quả và / hoặc thời gian sử dụng thiết bị trao đổi nhiệt
- Tiết kiệm chi phí rõ rệt (tùy theo chi nhánh) trong tiêu thụ năng lượng
- Giảm đáng kể chi phí bảo trì (một số trường hợp tăng thời gian sử dụng lên nhiều lần)
- Tạo ít muối hơn so với công nghệ truyền thống, vì vậy rõ ràng tiết kiệm nước bổ sung.

Vì vậy, ozone là một sự bổ sung quý giá cho các kỹ thuật xử lý hiện có. Do các loại khí thải từ công đoạn xử lý ozone (khi sử dụng oxy tinh khiết) thường được làm giàu oxy với nồng độ cao tận dụng nhiều hơn, ví dụ như trong giai đoạn xử lý hiếu khí hoặc để làm giàu trong giai đoạn đốt, hoặc cho các mục đích đặc biệt khác.

Đối với các quá trình sau, ozone được sử dụng cho các tác động tương ứng:

Tẩy trắng cellulose

- Ozone thay thế clo trong giai đoạn tẩy trắng
- Tăng độ trắng
- Tránh AOX trong nước thải

Ngành giấy, dệt nhuộm, in và nhựa

- Tẩy trắng giấy và sợi vải
- Ozone là một phụ gia để phủ bề mặt giấy
- Nâng cao khả năng kết dính trong sản xuất nguyên liệu đóng gói nước giải khát

Ngành hóa chất

- Ozone là chất oxy hóa trong các quá trình hóa học
- Sản xuất các chất cơ bản trong ngành dược và mỹ phẩm

Nước thải dệt nhuộm

- Tẩy trắng
- Tránh các chất AOX trong nước thải

Làm mát nước

- Làm sạch các vi sinh vật trong hệ thống làm mát nước mà không cần dùng các chất diệt khuẩn hữu cơ hoặc hợp chất clo
- Giảm sự ăn mòn
- Tránh các chất AOX trong nước thải

Thực phẩm

- Khử trùng thực phẩm, nhà kho, dụng cụ đóng gói, máy móc sản xuất và nước biển trong các trang trại nuôi ngọc trai

Tóm tắt

Tại các công ty công nghiệp, xử lý nước thải thường bao gồm một sự kết hợp các quá trình sinh học, hóa học và vật lý khác nhau. Với xu hướng tuần hoàn nước khép kín ngày càng tăng, các kỹ thuật mô tả ở tài liệu này đã khái quát các vấn đề trọng tâm.

Messer không chỉ cung cấp khí cho mục đích này mà còn cung cấp những gói dịch vụ hoàn chỉnh, bao gồm vấn đề thiết kế, thiết bị, lắp đặt và vận hành thử. Ở đây, Messer hoạt động tham vấn chặt chẽ với người sử dụng và kết hợp với các công ty kỹ thuật địa phương.

MESSER 
Gases for Life

Công ty TNHH Khí Công Nghiệp
Messer Hải Phòng
Thị trấn An Dương, Huyện An Dương
Hải Phòng
Tel: +84 31 387 1551
Fax: +84 31 387 1798
info@messer.com.vn
www.messer.com.vn

Part of the Messer World 