



Khí nâng cao chất lượng
nước uống



Nước là loại thực phẩm quan trọng nhất và được kiểm soát chặt chẽ nhất

Việc thi hành Chỉ thị 98/83/EC của Hội đồng châu Âu trong pháp luật quốc gia của các nước thành viên lại một lần nữa đòi hỏi giá trị giới hạn mới hoặc thấp hơn đối với các tạp chất có trong nước thô, ví dụ như các kim loại nặng cụ thể hay các halogen hữu cơ.

Các nhà cung cấp nước cũng phải đảm bảo rằng nước uống tuân thủ các giá trị giới hạn này cho tới vòi cấp nước (hình 1).

Kỹ thuật về khí cung cấp những đóng góp quan trọng vào các công nghệ để đạt được điều này (hình 2): là một thành phần tự nhiên của nước uống có lợi cho sức khỏe, chúng có thể được sử dụng như những chất thân thiện môi trường không để lại sản phẩm phụ ngoài mong muốn hoặc các chất ô nhiễm và cải thiện kinh tế trong xử lý nước. Bài viết này trình bày các ứng dụng quan trọng nhất của khí trong xử lý nước uống.

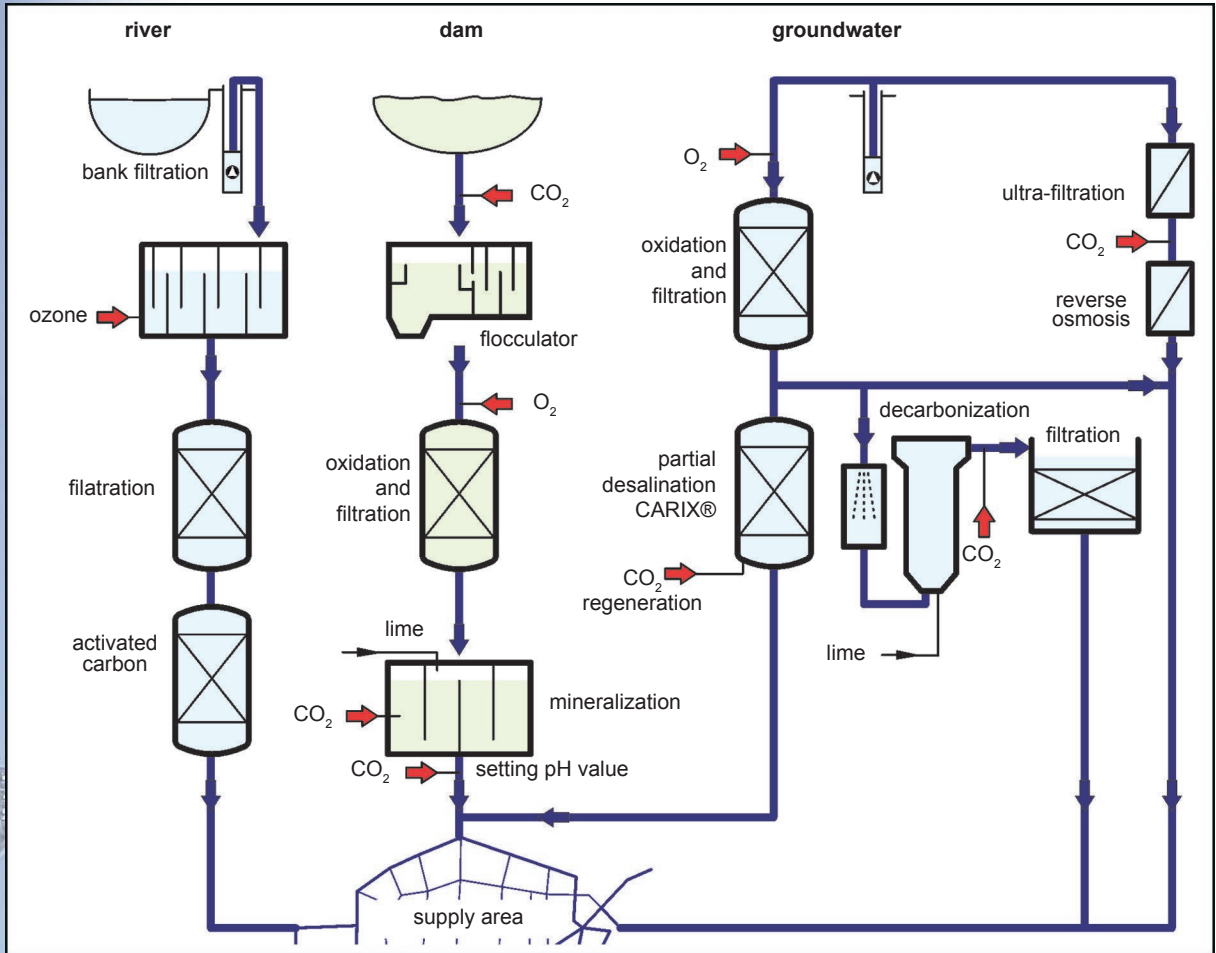
Kiểm soát pH mang tính quyết định trong xử lý nước

Nước uống chất lượng cần phải không ăn mòn cũng không đóng cặn. Để được điều này, giá trị pH của nước phải cân bằng với độ cứng (hình 3).

Độ cứng là một đặc tính tự nhiên của nước và được gây ra chủ yếu bởi các ion canxi và magiê. Trong khi một mức độ nhất định của độ cứng là tốt cho sức khỏe và cần thiết để bảo vệ khỏi ăn mòn thì một độ cứng canxi cao là bất tiện cho người sử dụng. Nước cứng từ vòi đòi hỏi thường xuyên tẩy cặn tất cả các thiết bị đun nước trong số các thiết bị gia đình, đồng thời cũng làm tăng việc sử dụng xà phòng và các chất hoạt động bề mặt để rửa, vệ sinh. Vì vậy, nước có độ cứng trung bình thường được xem là phù hợp để uống một cách lý tưởng.



Hình 1: Các tiêu chuẩn cao nhất được áp dụng cho nước uống, thực phẩm quan trọng nhất của chúng ta. Khí giúp đạt được điều này.

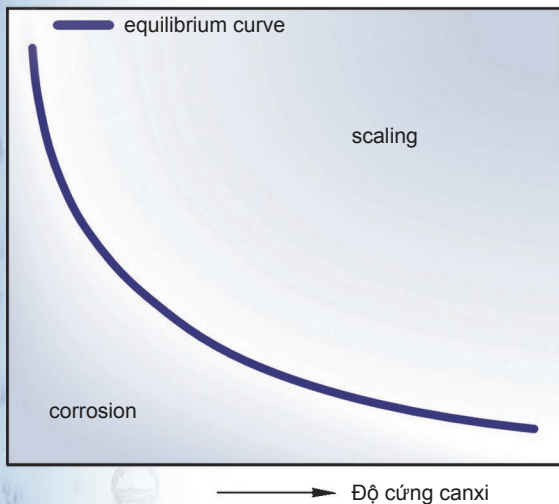


Hình 2: Khí được sử dụng tại nhiều giai đoạn sản xuất nước uống

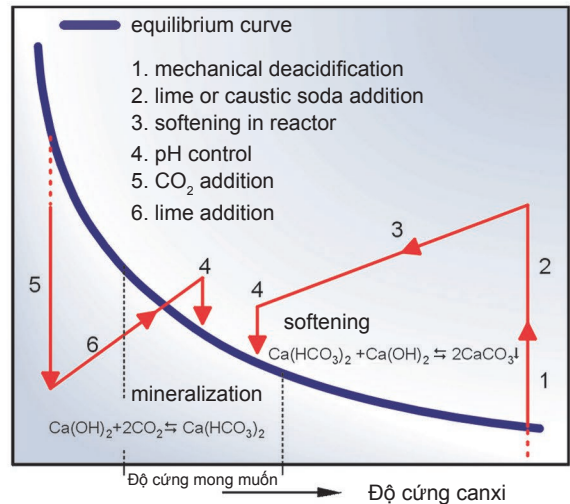
Nhiều quốc gia khuyến cáo một giá trị giới hạn thấp hơn cho độ cứng. Nước mềm với độ cứng thấp hơn luôn được khoáng hóa để ngăn ngừa sự ăn mòn trong đường ống. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều công trình xử lý làm mềm nước cứng và rất cứng để sản xuất nước máy thích hợp lý tưởng cho tất cả nhu cầu sử dụng trong gia đình.

Hầu hết quá trình làm mềm nước được tiến hành bởi quá trình khử carbonate trong các thiết bị phản ứng tầng sôi.

Tại đầu vào thiết bị phản ứng, vôi hay natri hydroxide được cho vào trong nước để tăng giá trị pH (hình 4). Kết quả là, độ cứng canxi hòa tan được chuyển thành độ cứng không hòa tan, kết tủa trên các hạt trong tầng sôi. Các phản ứng này cũng đảo ngược sự tăng pH ban đầu. Tuy nhiên, thường thì độ cứng còn lại và độ pH vẫn chưa cân bằng tại đầu ra của thiết bị phản ứng. Vì vậy canxi carbonate có thể tiếp tục kết tủa bên ngoài thiết bị phản ứng.



Hình 3: Ảnh hưởng của pH đến chất lượng nước uống

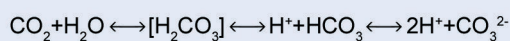


Hình 4: Làm mềm nước bằng vôi và carbon dioxide



Hình 5: Quá trình khử carbon nhanh trong lớp tầng sôi với carbon dioxide phun ở đầu ra của thiết bị phản ứng

Điều này dẫn đến kết tủa ở hạ lưu của đường ống, van và thời gian chảy từ bộ lọc ở hạ nguồn bị rút ngắn. Để ngăn chặn điều này phải kiểm soát pH bằng acid. Đối với ứng dụng này thì việc sử dụng acid carbonic là lợi thế. Acid cacbonic được tạo thành khi carbon dioxide tiếp xúc với nước, nơi mà sự cân bằng đạt được giữa lượng carbon dioxide hòa tan vật lý và các sản phẩm acid cacbonic, hydro carbonate và carbonate:



Tất cả những dạng của acid carbonic là những thành phần tự nhiên của nước và không thay đổi chất lượng nước uống.

Messer lắp đặt thiết bị định lượng và phun CO_2 làm hòa tan CO_2 trong thời gian ngắn trước hoặc ngay tại đầu ra của thiết bị phản ứng. Bằng cách này, quá trình kết tủa sâu hơn sẽ dừng lại ngay lập tức để bảo vệ thiết bị ở hạ lưu khỏi bị lắng cặn (hình 5).

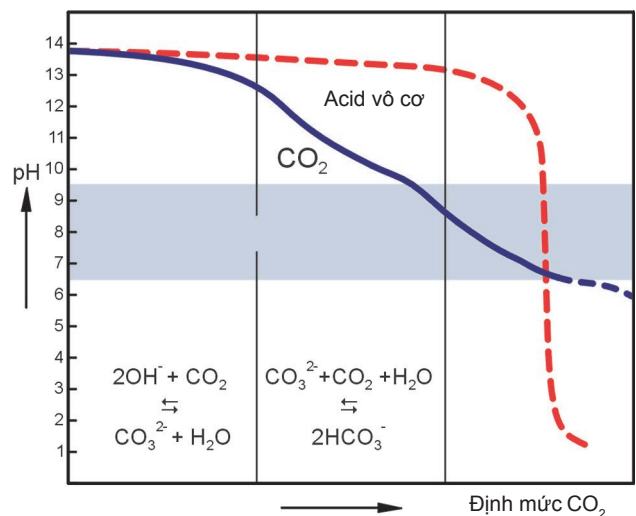
Carbon dioxide là acid được lựa chọn

Trong xử lý nước uống, carbon dioxide là acid được lựa chọn vì nó có nhiều lợi thế hơn các axit vô cơ:

- Việc tạo thêm muối trong nước bị ngăn chặn bởi nồng độ sulfate và chloride không tăng thêm. Điều này là quan trọng đối với tính ăn mòn hóa học của nước.

- Carbon dioxide kinh tế hơn so với các acid vô cơ trong chất lượng nước uống.
- Tồn trữ và thao tác với carbon dioxide đơn giản và an toàn và không gây ăn mòn các thiết bị xung quanh.
- Carbon dioxide cho phép kiểm soát pH chính xác hơn với mức đầu tư ít hơn (hình 6).

Hình 6 biểu thị một đồ thị đường cong trung hòa với acid yếu carbon dioxide so với một acid vô cơ mạnh.



Hình 6: So sánh đường cong trung hòa giữa CO_2 và các acid vô cơ

Đường cong lồi hơn là biểu đồ của carbon dioxide cho thấy gần đến trạng thái trung hòa, việc thêm carbon dioxide chỉ gây ra sự thay đổi pH nhỏ tại một thời điểm, mà thực tế giúp loại trừ khả năng acid hóa quá mức.

Do đó, carbon dioxide không đòi hỏi một kỹ thuật kiểm soát phức tạp. Ngoài ra, việc định lượng axit d่าง với khí hơn là chất lỏng. Điều này đặc biệt quan trọng khi điều khiển pH được thực hiện trong một đường ống với các đặc tính của lưu lượng.

Khoáng hóa và tái khoáng hóa: Ứng dụng cổ điển của carbon dioxide

Nước nguồn từ các đập nước hoặc từ các giếng trong vùng sa thạch, đá granit hoặc các khu vực bazan có thể rất mềm. Người ta có thể biết đến độ cứng dưới 0.5 mmol/l. Ngoài ra việc sử dụng công nghệ thẩm thấu ngược hoặc chưng cất để khử muối trong nước uống ngày càng gia tăng, đặc trưng bởi độ kiềm rất thấp, và do đó, nếu không xử lý thêm, chúng sẽ rất dễ ăn mòn. Để ngăn ngừa sự ăn mòn của đường ống và thiết bị, một bước khoáng hóa là cần thiết để đạt được độ cứng và khả năng đệm ít nhất là 0.5 mmol/l. Thường thì có nhiều nguồn nước khác nhau được cấp vào mạng lưới phân phối, độ cứng thường đặt ở giá trị từ 0.7 - 1.4 mmol/l. Giá trị cao hơn cũng xảy ra.

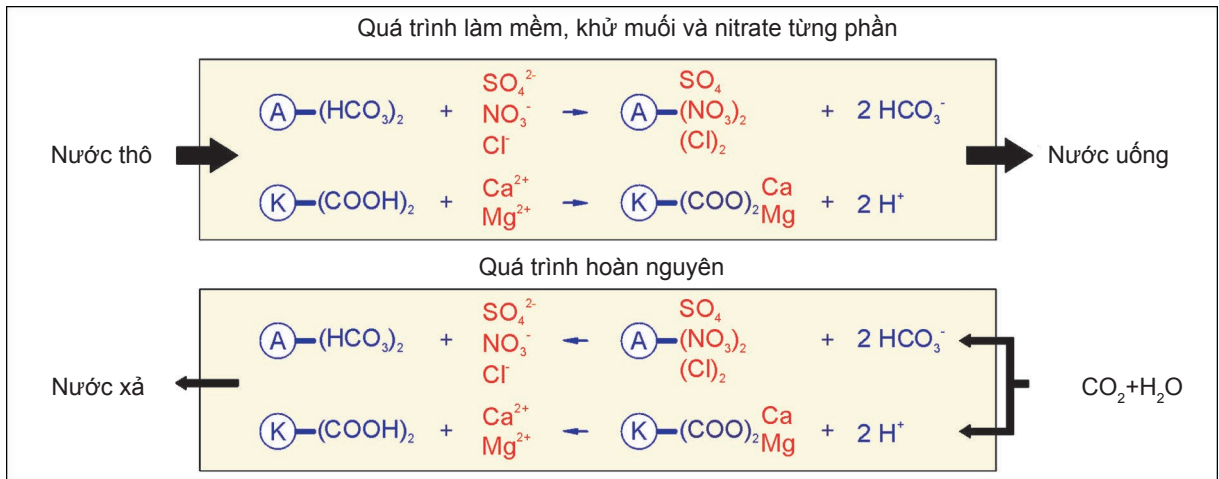
Quá trình khoáng hóa kinh tế nhất là sự hòa tan với sự hỗ trợ của một lượng cân bằng của

lượng khí carbon dioxide. CO₂ đảm bảo rằng tất cả lượng vôi thêm vào phản ứng để tạo thành canxi bicarbonate hòa tan (hình 4).

Ngoài việc làm mềm nước, việc kiểm soát độ pH bằng CO₂ cũng thuận lợi trong các quá trình xử lý nước khác như:

- Trong lọc nano hoặc thẩm thấu ngược với màng, sự axit hóa nước cấp với lượng khí CO₂ giúp ngăn sự đóng cặn ở màng - ngay cả đối với nguồn nước rất cứng với độ cứng ví dụ như 7,5 mmol/l canxi - qua đó duy trì năng suất không đổi. Do cacbon dioxit thẩm qua màng thẩm thấu, nước đã qua xử lý trong dòng thành phẩm cũng đã chứa phần lớn cacbon dioxit cần cho quá trình tái khoáng hóa.
- Kiểm soát pH với carbon dioxide cũng được sử dụng ở các giai đoạn keo tụ. Nước thô từ các con sông và đập thường được keo tụ để loại bỏ các hạt keo và nhỏ trước khi xử lý hơn. Ở những quốc gia ấm áp phía Nam, độ pH của nước mặt thỉnh thoảng được ghi nhận giá trị đến 9 trong mùa hè, đó là kết quả sự tăng trưởng của tảo. Việc thêm phen làm chất keo tụ sẽ làm hòa tan thêm một lượng nhôm không mong muốn vào nước. Vì vậy, trong suốt giai đoạn này, kiểm soát độ pH bằng CO₂ được sử dụng để ngăn chặn sự hòa tan nhôm và tối ưu hoá quá trình keo tụ.





Hình 7: Giản đồ thể hiện quy trình Carix®*

Khử muối từng phần với carbon dioxide

Sự kết hợp của độ cứng cao, hàm lượng nitrat cao hay nồng độ sulfat hoặc clo cao trong nước thô yêu cầu xử lý bằng quy trình Carix®*. Quy trình Carix®* (hình 7) được dựa trên việc sử dụng kết hợp một bộ trao đổi cation của acid yếu (hấp phụ độ cứng) và bộ trao đổi anion (hấp phụ nitrat, clorua và sulfat). Cả hai bộ trao đổi kết hợp với nhau trên cùng một đệm hỗn hợp. Khi cả hai bộ trao đổi ion được nạp, chúng được hoàn nguyên kết hợp với carbon dioxide (hình 8).

Các đặc điểm thuận lợi của quy trình Carix®* là:

- Việc hoàn nguyên nước xả chỉ cần carbon dioxide và không cần bổ sung muối. Điều này giúp ngăn cản gia tăng lượng muối và chỉ những muối bị tách khỏi nước thô được thải ra ngoài. Hầu hết các nhà máy có ứng dụng quy trình Carix®* được phép xả nước này trở lại nguồn nước mặt.

- Độ cứng, hàm lượng sulfat, clorua và nitrat được giảm đến mức mong muốn trong một bước của quy trình. Điều này làm cho quá trình đơn giản và kinh tế.
- Carbon dioxide được tái sử dụng trong suốt quy trình do đó cải thiện kinh tế của quá trình nhiều hơn nữa.
- Cuối cùng, cũng không kém phần quan trọng, việc khử muối từng phần với Carix®* có lợi đối với chỉ số chống ăn mòn (chỉ số Larson), vì không chỉ làm giảm bicarbonate (như trong quá trình khử cacbon bằng vôi mà còn giảm sunfat và clorua. Tùy thuộc vào thành phần của nước thô, tỷ lệ giữa bộ trao đổi anion và bộ trao đổi cation thậm chí có thể được thiết lập ở một mức độ nhất định, trong đó nhấn mạnh việc chuyển từ làm mềm nước sang loại bỏ anion.



Hình 8: Hệ thống Carix® với công suất 3.000 m³/ngày

*Carix® là thương hiệu được đăng ký của VA TECH WABAG



Hình 9: Quá trình phun oxy bằng máy phát oxy để oxy hoá sắt và mangan

Quá trình oxy hóa với oxy

Phản ứng oxy hóa được sử dụng trong nhiều bước tinh lọc khác nhau. Chắc chắn việc tách sắt và mangan là phổ biến nhất. Các trạm xử lý sử dụng nước ngầm hầu như phải loại bỏ sắt và mangan nhằm ngăn chặn sự đóng cặn trong đường ống phân phối. Do nước ngầm thiếu oxy, nó có chứa sắt và mangan dưới dạng khử và hoà tan. Sau khi làm giàu oxy trong nước ngầm, sắt (II) bị oxy hóa rất nhanh thành sắt (III)-các hạt oxit, bị giữ lại trên lọc. Dưới các điều kiện (hóa học) phù hợp, quá trình oxy hóa của mangan và giữ mangan (IV) oxide cũng được thực hiện trong các bộ lọc này.

Từ góc độ cân bằng lượng chất, việc oxy hóa sắt và mangan chỉ đòi hỏi một lượng nhỏ oxy. Do đó có thể làm giàu oxy với không khí, nhưng việc sử dụng quy trình Ôxysolv® của Messer với oxy nguyên chất thì kinh tế hơn và có nhiều ưu điểm:

- Sử dụng oxy thay vì không khí thường dẫn đến gia tăng rõ rệt sự lưu thông qua bộ lọc giữa các dòng nước hồi lưu. Điều này làm giảm thiểu sự mất nước trong dòng hồi lưu và cũng làm giảm chi phí xử lý hoặc xả nước hồi lưu. Việc sục không khí thường kéo theo trạng thái quá bão hoà của nước với khí nitơ, đặc biệt khi áp dụng sục không khí bằng áp lực. Trong quá trình hoạt động, sự giảm áp trong các bộ lọc tạo ra sự khử nitơ làm tích tụ trong lớp lọc dưới dạng các bóng khí siêu nhỏ. Các bóng khí này làm nghẽn bộ lọc, vì vậy yêu cầu dòng hồi lưu sớm hơn. Vận hành với oxy tinh khiết thay vì không khí sẽ tránh được điều này và tăng tuổi thọ của lọc.
- Oxy giúp tránh hiện tượng “nước trắng” ở vòi nước. Với sự thông khí mạnh, nitơ cũng phân giải trong hệ thống phân phối và tại vòi nước. Khách hàng nhận thấy hiện tượng này gọi nôm na là nước trắng.
- Với oxy tinh khiết, nồng độ oxy là 20 mg/l và nồng độ cao hơn cũng có thể đạt được dễ dàng. Điều này quan trọng khi nước thô cũng có chứa amoniac, khí mê-tan và hydrogen sulfide thì quá trình oxy hoá những hợp chất này cần nhiều oxy hơn nữa.
- Oxy là một thành phần sạch, vệ sinh và chất lượng tốt. Việc sử dụng oxy ngăn chặn các vấn đề vệ sinh hoặc cảm quan (ví dụ như mùi).
- Sự thất thoát carbon dioxide từ nước mềm được ngăn chặn do chỉ một lượng oxy chính xác cần thiết được sục vào và việc đuổi carbon dioxide bởi một lượng không khí lớn hơn không xảy ra. Bằng cách này, hàm lượng carbon dioxide của nước thô vẫn sẵn sàng cho quá trình khoáng hoá tiếp theo.

Vì vậy, việc sử dụng oxy tinh khiết thường kinh tế hơn so với sục khí áp lực. Chi phí đầu tư và vận hành thấp và chi phí bảo dưỡng, làm sạch cho máy nén khí và van thông hơi được loại bỏ hoặc thấp hơn đáng kể nhờ vào oxy. Những lợi thế này đã dẫn đến các ứng dụng oxy trong các nhà máy nước ở Đức, nơi được xem là quốc gia của nghệ thuật công nghệ (hình 9).

Ozone, giải pháp xử lý phổ biến

Khi các biện pháp tinh lọc truyền thống như keo tụ, lọc và / hoặc khử trùng bằng clo không hiệu quả để đảm bảo chất lượng và an toàn của nước uống, các phương pháp oxy hóa tiên tiến hơn với chất oxy hóa mạnh là ozone được sử dụng như một giải pháp hiệu quả và thân thiện với môi trường. Sau flo, ozone là chất oxy hóa mạnh nhất hiện có. Tuy nhiên, nó phản ứng một cách vô hại đối với các sản phẩm oxy hoá có liên quan và oxy và không để lại các sản phẩm phụ hoặc mùi vị không mong muốn trong nước.



Hình 10: Lắp đặt máy ozone hiện đại nạp liệu 3 kg oxy tinh khiết mỗi giờ.

Xử lý ozone có thể đóng góp quá trình xử lý nước uống theo nhiều cách:

- Ozone được sử dụng để khử trùng, thường kết hợp với tia cực tím (UV). So với các hợp chất clo, ozone tác động nhanh hơn trên vi khuẩn (ví dụ: vi khuẩn legionella-gây viêm phổi), các túi nang, bào tử, nấm, ký sinh trùng, sinh vật đơn bào (các loại đơn bào gây tiêu chảy) và đối với virus càng có hiệu quả hơn. Sử dụng ozone còn ngăn cản hình thành các hợp chất chloramines và chlorhydrocarbons khác gắn với quá trình clo hoá.
- Ozone được sử dụng cho quá trình oxy hóa sắt và mangan khi có những phức chất hữu cơ như axit humic và không thể bị oxy hóa bởi oxy.
- Ozone ức chế sự tăng trưởng của tảo và ngăn ngừa sự hình thành các chất nhờn sinh học trên các bề mặt.
- Ozone được sử dụng cho quá trình oxy hóa (kéo dài) các chất hữu cơ, qua đó cải thiện màu sắc, độ đục, mùi và vị. Nó thường được sử dụng kết hợp với bộ lọc than hoạt tính dạng hạt (GAC) để diệt côn trùng. Ozone cũng phá vỡ các tác chất tạo thành các dạng hợp chất halogen (CHX3). Điều này quan trọng khi thực hiện quá trình clo hoá tiếp theo tại đầu vào của mạng lưới phân phối nước.
- Ozone giúp cải thiện quá trình keo tụ.

Ozone, trạng thái ba nguyên tử oxy, không bền và phải được tạo ra tại chỗ (hình 10).

Đặc biệt là các nhà máy quy mô trung bình và lớn, việc dùng oxy làm khí cấp thì kinh tế hơn không khí:

Oxy không đòi chi phí vốn cao trang bị cho nhà máy để loại bỏ độ ẩm, phát hiện các hợp chất và các hạt ảnh hưởng đến tuổi thọ của các máy tạo ozone. Hơn nữa, oxy cho phép nồng độ ozone cao hơn nhiều trong sản phẩm khí (10 - 15% trọng lượng).

Do đó máy tạo ozone và đầu phun ozone nhỏ gọn hơn, ít tốn kém và cần ít năng lượng hơn. Kết quả là tất cả các hệ thống có lắp đặt máy ozone hiện đại như ở Đức hoặc Anh đều sử dụng oxy tinh khiết. Còn rất nhiều máy ozone cũ sử dụng không khí được cải tạo để sử dụng oxy tinh khiết nhằm tiết kiệm chi phí cao cho việc theo dõi và bảo trì bộ phận cấp khí.

Kết luận

Từ nước giếng đến nước vòi, carbon dioxide (để kiểm soát độ pH, làm mềm, khoáng hoá, khử muối từng phần, vv...), oxy hoặc ozone (oxy hóa và khử trùng) được sử dụng trong chuỗi các quá trình sản xuất nước uống. Nhóm các nhà khoa học, kỹ sư và kỹ thuật viên đủ tiêu chuẩn của Messer đã có nhiều kinh nghiệm với các ứng dụng được mô tả trong bài viết này và các bí quyết để sử dụng khí một cách hiệu quả trong các quá trình đó. Họ tư vấn tại chỗ và cung cấp các giải pháp bao gồm kỹ thuật, phần cứng và cung cấp khí. Kết quả là hơn 200 hệ thống được lắp đặt tại các công trình xử lý nước trên khắp Châu Âu trong những năm gần đây.

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 