



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

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

(11)



1-0033627

(51)<sup>8</sup> C02F 1/76; C02F 1/58; C02F 1/72

(13) B

(21) 1-2017-04846

(22) 11/05/2016

(86) PCT/JP2016/064012 11/05/2016

(87) WO 2016/190108 01/12/2016

(30) 2015-104710 22/05/2015 JP; 2015-205654 19/10/2015 JP; 2016-011576 25/01/2016 JP

(45) 25/10/2022 415

(43) 26/02/2018 359A

(73) KATAYAMA CHEMICAL, INC. (JP)

1-6-7, Higashiawaji, Higashiyodogawa-ku, Osaka-shi, Osaka 5330023 (JP)

(72) MURAKAMI, Makoto (JP); TAGAMI, Reina (JP); HIRASHIMA, Hidenori (JP).

(74) Công ty TNHH Dương và Trần (DUONG & TRAN CO., LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ NƯỚC THẢI CHỨA XYANOGEN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen, bao gồm bước bổ sung hypoclorit và hydro peroxit vào nước thải chứa xyanogen, một cách đồng thời hoặc riêng rẽ, để làm phân hủy xyanogen trong nước thải và/hoặc tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen, do đó loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen, phương pháp này cho phép loại bỏ an toàn và ít tổn kém xyanogen trong nước thải theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so với các phương pháp thông thường.

Theo sáng chế, xyanogen ở dạng bất kỳ có trong nước thải, cụ thể là ở dạng các phức chất xyano bền, các phức chất xyano dễ phân hủy và các ion xyanua có thể được xử lý theo các quy trình đơn giản.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Xyanogen có tác động mạnh mẽ đến hệ sinh thái, và vì vậy nước thải chứa xyanogen (sau đây còn được gọi là “nước thải xyanogen”) không thể được xả thải trực tiếp vào môi trường tự nhiên mà không qua xử lý. Mức xyanogen trong nước thải được kiểm soát theo Luật Chống Ô nhiễm Nguồn nước, và vì vậy nước thải phải được loại bỏ các chất độc hại bằng cách xử lý loại bỏ xyanogen để đáp ứng tiêu chuẩn nước thải (nhỏ hơn hoặc bằng 1 mg/L) trước khi xả vào cống rãnh và hệ thống tương tự. Ở một số khu vực, tiêu chuẩn này nghiêm ngặt hơn so với tiêu chuẩn được đề cập ở trên, mà được kiểm soát theo quy định của chính quyền địa phương.

Xyanogen có mặt trong nước thải ở ba dạng khác nhau, tức là, dạng các phức chất xyano bền, các phức chất xyano dễ phân hủy và các ion xyanua, tùy thuộc vào nguồn nước thải, hàm lượng của các dạng này có thể khác nhau.

Nhiều phương pháp khác nhau để loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải chứa xyanogen đã được đề xuất và được đưa vào sử dụng thực tế. Tuy nhiên các phương pháp này có các mặt ưu điểm và hạn chế và được sử dụng theo tình trạng của nước thải.

Ví dụ, các phương pháp sau đây có thể được đề cập: các phương pháp phân hủy oxy hóa như (1) phương pháp clo hóa kiềm trong đó nước thải chứa xyanogen được điều chỉnh để có tính kiềm tiếp theo là phun clo để phân hủy bằng cách oxy hóa

xyanogen; (2) phương pháp oxy hóa ozon trong đó xyanogen được phân hủy bằng cách oxy hóa thành khí nitơ và muối hydro cacbonat nhờ khả năng oxy hóa mạnh của ozon; và (3) phương pháp oxy hóa điện phân (phương pháp điện phân) trong đó xyanogen được phân hủy bằng dòng điện với các điện cực không tan để thực hiện phản ứng oxy hóa; các phương pháp phức chất không tan như (4) phương pháp xanh Phổ (Prussian blue) trong đó hợp chất cung cấp ion sắt như sắt sulfat được bổ sung vào nước thải chứa xyanogen để tạo thành sắt (II)/sắt (III) xyanua không tan được kết tủa và được loại bỏ; (5) phương pháp kẽm oxit trong đó kẽm clorua và chất khử được bổ sung và phức chất không tan được tạo thành được kết tủa và được loại bỏ và (6) phương pháp đồng khử trong đó muối đồng(II) và chất khử được bổ sung vào và phức chất không tan được tạo thành được kết tủa và được loại bỏ; (7) phương pháp xử lý sinh học trong đó các vi sinh vật (vi khuẩn phân hủy xyanogen) phù hợp với xyanogen phân hủy xyanogen; và các phản ứng thủy nhiệt như (8) phương pháp thủy phân nhiệt trong đó nước thải chứa xyanogen được duy trì ở nhiệt độ cao để cho phép thủy phân các hợp chất xyanogen thành amoniac và axit formic và các kim loại nặng cùng tồn tại được lắng đọng ở dạng các chất nguyên chất hoặc các oxit và (9) phương pháp oxy hóa ẩm trong đó không chỉ xyanogen được phân hủy mà các vật liệu ô nhiễm hữu cơ cũng được phân hủy bằng cách oxy hóa.

Sáng chế đề xuất các phương pháp sau đây để xử lý nước thải chứa xyanogen:

(A) phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen bằng cách bổ sung vào nước thải chứa xyanogen hợp chất mangan mà tan được trong các hypoclorit và nước và có thể tạo thành ion mangan trong nước, và loại bỏ muối mangan không tan trong nước được tạo thành ra khỏi nước thải nhằm loại bỏ xyanogen trong nước thải (xem Bảng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4106415: Tư liệu sáng chế 1); và

(B) phương pháp xử lý nước thải chứa hợp chất xyanogen bằng cách tiến hành phản ứng giai đoạn thứ nhất là bước bổ sung formaldehit vào nước thải chứa hợp chất xyanogen với một lượng tương ứng với lượng tính theo mol gấp 1,4 lần hoặc hơn của hợp chất xyanogen có trong nước thải tiếp theo là phản ứng giai đoạn thứ hai với độ pH lớn hơn hoặc bằng 7,0 bằng cách bổ sung một lượng về cơ bản là hữu hiệu hydro peroxit với lượng tính theo mol gấp 3,0 lần hoặc hơn của hợp chất xyanogen (xem

Công bố đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản chưa được thẩm định Số H02(1990)-35991: Tư liệu sáng chế 2).

Tuy nhiên, các phương pháp thông thường như trên đòi hỏi các quy trình và các bước thực hiện phức tạp và do đó có thể cần nhiều hơn một bình phản ứng. Ngoài ra, tùy thuộc vào loại nước thải như nước thải chứa ion thioxyanat và ion amoni, xyanogen có thể không được loại bỏ đầy đủ, không tuân thủ tiêu chuẩn nước thải (nhỏ hơn hoặc bằng 1 mg/L) về nồng độ xyanogen trong nước thải được xử lý, do đó dẫn đến không có khả năng xả nước thải được xử lý vào các cống rãnh trong một số trường hợp.

Luật Chống Ô nhiễm Nguồn nước quy định rằng tiêu chuẩn nước thải về nồng độ ion hydro (độ pH) là 5,0 đến 9,0 ở khu vực đại dương và 5,8 đến 8,6 ngoài khu vực đại dương. Trong các phương pháp thông thường nêu trên trong đó độ pH của nước thải được điều chỉnh để có tính axit hoặc tính kiềm, không chỉ nồng độ xyanogen trong nước thải mà độ pH cũng cần được điều chỉnh để nằm trong phạm vi tiêu chuẩn nước thải bằng cách xử lý trung hòa trước khi xả vào các cống rãnh.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tư liệu sáng chế

Tư liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 4106415

Tư liệu sáng chế 2: Công bố đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản chưa được thẩm định số H02(1990)-35991

**Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề kỹ thuật

Theo phương pháp (A) được bộc lộ trong Tư liệu sáng chế 1, ví dụ, nồng độ xyanogen có thể được điều chỉnh đến nhỏ hơn hoặc bằng giá trị xác định bằng cách bổ sung một lượng dư các hóa chất vào nước thải chứa xyanogen. Tuy nhiên, có nhu cầu về việc xử lý xyanogen an toàn bằng cách sử dụng các hóa chất ít nhất có thể.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen, phương pháp này cho phép loại bỏ an toàn và ít tốn kém xyanogen trong nước thải theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so

với các phương pháp thông thường và phương pháp này có thể được sử dụng không phụ thuộc vào loại nước thải như nước thải chứa ion thioxyanat hoặc ion amoni.

#### Giải pháp của vấn đề kỹ thuật

Các tác giả của sáng chế đã thực hiện các nghiên cứu chuyên sâu để đạt được mục đích được mô tả như trên và, kết quả là, thật ngạc nhiên thấy rằng việc bổ sung một cách đồng thời hoặc riêng rẽ các lượng hữu hiệu hypoclorit và hydro peroxit cho phép xyanogen trong nước thải được loại bỏ an toàn và ít tổn kém theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so với các phương pháp thông thường. Do đó, các tác giả đã hoàn thành sáng chế.

Vì vậy, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen, bao gồm bước bổ sung hypoclorit và hydro peroxit vào nước thải chứa xyanogen, một cách đồng thời hoặc riêng rẽ, để làm phân hủy xyanogen trong nước thải và/hoặc tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen, do đó loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải.

#### Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế có thể mang lại phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen, phương pháp này cho phép loại bỏ an toàn và ít tổn kém xyanogen trong nước thải theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so với các phương pháp thông thường và phương pháp này có thể được sử dụng không phụ thuộc vào loại nước thải như nước thải chứa ion thioxyanat hoặc ion amoni.

Cụ thể, theo sáng chế, xyanogen ở dạng bất kỳ có trong nước thải, cụ thể là ở dạng các phức chất xyano bền, các phức chất xyano dễ phân hủy và các ion xyanua có thể được xử lý theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so với các phương pháp thông thường.

Do đó, nước thải được xử lý bằng phương pháp theo sáng chế có thể được xả thải trực tiếp vào môi trường tự nhiên vì nó có ít tác động đến môi trường, và lượng các muối không tan trong nước (các vật liệu phế thải) được tạo thành sau khi xử lý cũng có thể được giảm bớt. Do đó, phương pháp theo sáng chế cực kỳ hữu ích về mặt công nghiệp.

Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo sáng chế thể hiện hiệu quả

nêu trên một cách mạnh mẽ hơn khi có một trong các điều kiện sau đây được đáp ứng.

- (1) nước thải chứa xyanogen được đo sơ bộ về hàm lượng xyanogen, và hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu và hydro peroxit được bổ sung vào với mức lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol và lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol, theo tương ứng, so với hàm lượng đo được;
- (2) nước thải chứa xyanogen ban đầu chứa một hoặc nhiều ion kim loại được chọn từ ion mangan, ion sắt và ion đồng;
- (3) một hoặc nhiều hợp chất kim loại được chọn từ hợp chất mangan, hợp chất sắt và hợp chất đồng được bổ sung thêm; và
- (4) nước thải chứa xyanogen có độ pH là nhỏ hơn hoặc bằng 9.

#### Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo sáng chế được đặc trưng ở chỗ xyanogen được loại bỏ ra khỏi nước thải bằng cách bổ sung vào nước thải chứa xyanogen hypoclorit và hydro peroxit, một cách đồng thời hoặc riêng rẽ, để làm phân hủy xyanogen trong nước thải và/hoặc tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen.

“Sự phân hủy xyanogen trong nước thải” và “sự tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen trong nước thải” tham gia vào việc loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải chứa xyanogen theo sáng chế. Tuy nhiên, các cơ chế về sự phân hủy/sự tạo thành này chưa được biết.

Các tác giả của sáng chế cho rằng “sự phân hủy xyanogen trong nước thải” xảy ra như sau: axit hypoclorơ và hydro peroxit được bổ sung để oxy hóa xyanogen và axit xyanic thu được được thủy phân để tạo thành amoni hydro cacbonat.

Các tác giả của sáng chế cũng cho rằng “sự tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen trong nước thải” là do sự tạo thành muối không tan trong nước của thành phần xyanogen và ion kim loại khi nước thải chứa ion kim loại.

Như được mô tả ở trên và như rõ ràng từ các kết quả trong các Ví dụ, phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo sáng chế được cho là nhằm cho phép loại bỏ xyanogen trong nước thải ngay cả với lượng các hóa chất giảm bớt so với các phương

pháp thông thường do hiệu quả của việc sử dụng kết hợp hypoclorit và hydro peroxit và hiệu quả của việc sử dụng kết hợp ion kim loại ban đầu trong nước thải chứa xyanogen hoặc ion kim loại được bổ sung thêm, cho phép các hợp chất và ion kim loại tác động hiệu quả đến sự phân hủy xyanogen và/hoặc sự tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen.

#### (Hypoclorit)

Hypoclorit được sử dụng trong sáng chế không bị giới hạn cụ thể ở mức độ hợp chất có thể tạo thành axit hypoclorơ trong nước. Các ví dụ về hợp chất này bao gồm các muối kim loại kiềm và các muối kim loại kiềm thổ của axit hypoclorơ như natri hypoclorit, kali hypoclorit, canxi hypoclorit và magiê hypoclorit; và các dẫn xuất hydantoin. Cụ thể, natri hypoclorit và kali hypoclorit là các hóa chất sẵn có trong công nghiệp và do vậy được sử dụng phù hợp trong sáng chế. Hypoclorit có thể thu được bằng cách điện phân dung dịch muối hoặc nước biển trong bình điện phân.

#### (Hydro peroxit)

Hydro peroxit được sử dụng trong sáng chế có thể là các dung dịch nước hydro peroxit có các nồng độ từ 3 đến 60% mà sẵn có trên thị trường chủ yếu để sử dụng trong công nghiệp.

Hydro peroxit được tạo ra từ các hợp chất cung cấp hydro peroxit (còn được gọi là “chất tạo hydro peroxit”) và hydro peroxit được tạo ra bằng cách điện phân nước hoặc các dung dịch kiềm công nghiệp cũng có thể được sử dụng.

Các ví dụ về hợp chất cung cấp hydro peroxit bao gồm các peraxit vô cơ mà có thể giải phóng hydro peroxit trong nước như axit percarbonic, axit perboric và axit peroxysulfuric; các peraxit hữu cơ như axit peraxetic; và các muối của chúng. Các ví dụ về muối bao gồm natri percacbonat, natri perborat và muối tương tự.

Hydro peroxit và hợp chất cung cấp hydro peroxit có thể được sử dụng sau khi pha loãng hoặc hòa tan trong nước để mang lại nồng độ hydro peroxit mong muốn sau khi bổ sung.

#### (Bổ sung các hợp chất)

Theo sáng chế, hypoclorit và hydro peroxit được bổ sung vào nước thải chứa xyanogen một cách đồng thời hoặc riêng rẽ để loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải

bằng cách gây ra sự phân hủy xyanogen trong nước thải và/hoặc sự tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen trong nước thải.

Tốt hơn nếu hypoclorit và hydro peroxit có thể được bổ sung ở dạng dung dịch nước, theo tương ứng. Nồng độ của các dung dịch nước tương ứng có thể được chọn bằng cách xem xét đến tính tác dụng sau khi bổ sung các dung dịch này vào nước thải chứa xyanogen hoặc khả năng phản ứng của hợp chất được bổ sung cùng với xyanogen. Đặc biệt, nồng độ của hypoclorit là khoảng 10 đến 7000 mg/L và nồng độ của hydro peroxit là khoảng 10 đến 3500 mg/L.

Loại và nồng độ của xyanogen trong nước thải chứa xyanogen và loại và nồng độ của ion kim loại bổ sung trong nước thải chứa xyanogen có thể gây ảnh hưởng đến lượng hypoclorit và hydro peroxit được bổ sung. Do đó, các lượng bổ sung có thể được chọn một cách phù hợp theo các điều kiện. Đặc biệt, nước thải chứa xyanogen trước khi xử lý được đo về nồng độ xyanogen và thông số tương tự, và các lượng chất phụ gia có thể được chọn dựa trên giá trị đo được.

Lượng bổ sung các hợp chất có thể thay đổi theo hàm lượng xyanogen trong nước thải chứa xyanogen để được xử lý như được mô tả ở trên. Tuy nhiên, tốt hơn nếu hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu và hydro peroxit là ở mức lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol và lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol, theo tương ứng, so với hàm lượng xyanogen trong nước thải. Tốt hơn nữa nếu hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu và hydro peroxit là ở mức lớn hơn hoặc bằng 0,5 đương lượng mol và lớn hơn hoặc bằng 0,5 đương lượng mol, theo tương ứng, so với hàm lượng xyanogen trong nước thải.

Khi hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu là nhỏ hơn 0,1 đương lượng mol, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ do trong một số loại nước thải, hypoclorit có thể được tiêu thụ (được phân hủy) bởi ion thioxyanat và ion amoni trong nước thải. Khi hydro peroxit là nhỏ hơn 0,1 đương lượng mol, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ.

Các ví dụ về giới hạn dưới cụ thể và được ưu tiên của hypoclorit (đương lượng mol) với nồng độ clo hữu hiệu bao gồm 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0 và 1,5.

Các ví dụ về giới hạn dưới cụ thể và được ưu tiên của hydro peroxit (đương lượng mol) bao gồm 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1,0 và 1,5.

(Nước thải chứa xyanogen)

Nước thải chứa xyanogen cần được xử lý theo sáng chế có thể là nước thải chứa xyanogen chứa các hợp chất xyanogen của các kim loại, các ion xyanogen, các phức chất xyano và các ion phức chất xyano được xả từ các nhà máy luyện kim, các nhà máy hóa chất, các nhà máy mạ kim loại, các nhà máy sản xuất than cốc, các nhà máy xử lý bề mặt kim loại và các nơi tương tự; nước thải chứa xyanogen được xả trong suốt quá trình xử lý nước nhiễm xạ; và nước thải chứa xyanogen được xả từ các thiết bị xử lý đất. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo sáng chế là đặc biệt phù hợp cho việc xử lý nước thải chứa xyanogen có hiệu quả đậm cao như nước thải lò than cốc, cụ thể là nước thải chứa xyanogen chứa các ion amoni.

Hàm lượng xyanogen của nước thải chứa xyanogen cần được xử lý theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể; tuy nhiên, các loại nước thải chứa xyanogen được mô tả ở trên nhìn chung là có nồng độ xyanogen tổng số là khoảng 2 đến 500 mg/L. Khi nước thải chứa xyanogen như vậy được xử lý, hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu có thể được bổ sung vào nước thải chứa xyanogen để đạt nồng độ 10 đến 7000 mg/L, tốt hơn là 10 đến 2000 mg/L và hydro peroxit có thể được bổ sung vào nước thải chứa xyanogen để đạt nồng độ 10 đến 3500 mg/L, tốt hơn là 10 đến 1000 mg/L.

Tốt hơn nếu nước thải chứa xyanogen ban đầu chứa một hoặc nhiều ion kim loại được chọn từ ion mangan, ion sắt và ion đồng.

Khi nước thải chứa xyanogen ban đầu chứa ion kim loại như trên, ion kim loại tạo thành muối mangan không tan trong nước, muối sắt hoặc muối đồng bằng cách phản ứng với xyanogen trong nước thải, do đó làm tăng thêm hiệu quả loại bỏ xyanogen theo sáng chế.

Ion kim loại có thể có các hóa trị khác nhau theo loại kim loại. Theo sáng chế, tốt hơn nếu ion mangan có hóa trị hai, ion sắt có hóa trị hai và ion đồng có hóa trị một hoặc có hóa trị hai.

Nồng độ ion mangan trong nước thải chứa xyanogen là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ ion mangan là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ ion mangan là lớn hơn 500 mg/L, mangan hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ ion mangan cụ thể (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ ion mangan tốt hơn là 0,1 đến 150 mg/L, tốt hơn nữa là 5 đến 100 mg/L.

Nồng độ ion sắt trong nước thải chứa xyanogen là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ ion sắt là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ ion sắt là lớn hơn 500 mg/L, sắt hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ ion sắt cụ thể (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ ion sắt tốt hơn là 0,1 đến 150 mg/L, tốt hơn nữa là 2 đến 100 mg/L.

Nồng độ ion đồng trong nước thải chứa xyanogen là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ ion đồng là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ ion đồng là lớn hơn 500 mg/L, đồng hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ ion đồng cụ thể (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ ion đồng tốt hơn là 0,1 đến 150 mg/L, tốt hơn nữa là 2 đến 100 mg/L.  
(Hợp chất kim loại)

Theo sáng chế, tốt hơn nếu một hoặc nhiều hợp chất kim loại được chọn từ hợp chất mangan, hợp chất sắt và hợp chất đồng được bổ sung thêm vào nước thải chứa xyanogen.

Khi nước thải chứa xyanogen ban đầu không chứa ion mangan, ion sắt hoặc

ion đồng, hoặc chứa ion ở nồng độ thấp, hiệu quả nêu trên có thể đạt được bằng cách bổ sung hợp chất kim loại vào nước thải chứa xyanogen.

(Hợp chất mangan)

Hợp chất mangan được sử dụng theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể ở mức độ hợp chất này tan được trong nước và có thể tạo thành ion mangan trong nước. Các ví dụ về hợp chất mangan bao gồm mangan clorua, mangan sulfat, mangan nitrat, mangan axetat và hợp chất tương tự. Trong số những hợp chất này, mangan clorua và mangan sulfat là được ưu tiên đặc biệt về mặt hiệu quả loại bỏ hợp chất xyanogen và mangan clorua được ưu tiên đặc biệt về mặt chi phí xử lý nước thải chứa xyanogen.

Như được sử dụng ở đây, “tan trong nước” có nghĩa là hợp chất có độ hòa tan là khoảng lớn hơn hoặc bằng 1 g trong 100 g nước.

(Hợp chất sắt)

Hợp chất sắt được sử dụng trong sáng chế không bị giới hạn cụ thể ở mức độ mà hợp chất tan được trong nước. Các ví dụ về hợp chất sắt bao gồm các hợp chất mà có thể tạo thành ion sắt (II) trong nước như sắt (II) clorua, sắt (II) sulfat, sắt (II) nitrat và sắt (II) axetat. Trong số những hợp chất này, sắt (II) clorua và sắt (II) sulfat được ưu tiên đặc biệt với hiệu quả loại bỏ hợp chất xyanogen và sắt (II) clorua được ưu tiên đặc biệt với chi phí xử lý nước thải chứa xyanogen.

Phương pháp theo sáng chế bao gồm hợp chất sắt mà là hợp chất cung cấp ion sắt (II) được tạo thành bằng cách bổ sung hợp chất sắt mà có thể tạo thành ion sắt (III) trong nước cùng với chất khử vào nước thải chứa xyanogen hoặc bằng cách bổ sung hợp chất sắt mà có thể tạo thành ion sắt (III) trong nước vào nước thải chứa xyanogen khử để khử trong nước thải hợp chất sắt mà có thể tạo thành ion sắt (III) trong nước.

Các ví dụ về chất khử bao gồm sunfit, hydrazin và chất tương tự.

(Hợp chất đồng)

Hợp chất đồng được sử dụng trong sáng chế không bị giới hạn cụ thể ở mức độ mà hợp chất là tan được hoặc phân tán được trong nước và có thể tạo thành ion đồng trong nước. Các ví dụ về hợp chất đồng bao gồm các hợp chất đồng (I) và các hợp chất đồng (II) mà có thể là một trong hai dạng các hợp chất đồng hữu cơ và các hợp chất đồng vô cơ.

Các ví dụ về các hợp chất đồng hữu cơ bao gồm các hợp chất đồng (II) như đồng (II) axetat, đồng (II) benzoat, đồng (II) xitrat, đồng naphthenat và đồng (II) oleat.

Các ví dụ về các hợp chất đồng vô cơ bao gồm các hợp chất đồng (I) mà có thể tạo thành ion đồng (I) trong nước như đồng (I) clorua, đồng (I) florua, đồng (I) bromua, đồng (I) iodua, đồng (I) nitrat và đồng (I) sulfat và các hợp chất đồng (II) mà có thể tạo thành ion đồng (II) trong nước như đồng (II) clorua, đồng (II) florua, đồng (II) bromua, đồng (II) iodua, đồng (II) nitrat và đồng (II) sulfat.

Các hợp chất đồng hữu cơ có thể làm tăng nhu cầu oxy hóa học (COD) của nước thải chứa xyanogen sau khi xử lý. Do đó, trong số các hợp chất đồng nêu trên, hợp chất đồng vô cơ được ưu tiên, hợp chất đồng (I) vô cơ được ưu tiên hơn, đồng (I) clorua và đồng (I) sulfat được ưu tiên hơn nữa và đồng (I) clorua được ưu tiên đặc biệt về mặt hiệu quả loại bỏ xyanogen và chi phí xử lý nước thải chứa xyanogen.

Khi hợp chất đồng (I) là muối đồng (I), sẽ tốt hơn nếu điều chế dung dịch muối đồng (I) trong dung môi là axit clohydric, dung dịch nước halogenua của kim loại kiềm hoặc etanol do độ ổn định của muối đồng (I) trong dung dịch.

Phương pháp theo sáng chế bao gồm hợp chất đồng mà là hợp chất cung cấp ion đồng (I) được tạo thành bằng cách bổ sung hợp chất đồng (II) cùng với chất khử vào nước thải chứa xyanogen hoặc bằng cách bổ sung hợp chất đồng (II) vào nước thải chứa xyanogen khử để khử hợp chất đồng (II) trong nước thải.

Các ví dụ về chất khử bao gồm sunfit, muối sắt (II), hydrazin và chất tương tự. (Hình thức bổ sung và nồng độ của các hợp chất)

Hợp chất kim loại có thể được xử lý bởi chất khử kim loại khi bổ sung hợp chất kim loại vào nước thải chứa xyanogen để thu được nồng độ biến đổi của kim loại mong muốn. Hợp chất kim loại có thể được pha loãng hoặc được hòa tan trong nước như nước công nghiệp.

Các ví dụ về chất khử kim loại bao gồm các chất tạo chelat dạng lỏng.

Tốt hơn nếu hợp chất kim loại được bổ sung ở dạng dung dịch nước. Nồng độ của dung dịch nước này có thể được chọn bằng cách xem xét đến tính tác dụng sau khi bổ sung dung dịch này vào nước thải chứa xyanogen và khả năng phản ứng của hợp chất được bổ sung cùng với xyanogen. Đặc biệt, hợp chất mangan với nồng độ ion

mangan là khoảng 0,1 đến 500 mg/L, hợp chất sắt với nồng độ ion sắt là khoảng 0,1 đến 500 mg/L và hợp chất đồng với nồng độ ion đồng là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nước thải chứa xyanogen chứa ion mangan, ion sắt và/hoặc ion đồng, các lượng bổ sung của hợp chất mangan, hợp chất sắt và hợp chất đồng có thể được điều chỉnh bằng cách xem xét đến hàm lượng của các ion.

Như được mô tả ở trên, trong khi lượng bổ sung hợp chất có thể thay đổi theo nước thải chứa xyanogen cần được xử lý, nồng độ của hợp chất mangan được bổ sung, về nồng độ ion mangan, là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ của hợp chất mangan với nồng độ ion mangan là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ của hợp chất mangan với nồng độ ion mangan là lớn hơn 500 mg/L, mangan được hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ cụ thể của hợp chất mangan với nồng độ ion mangan (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ của hợp chất mangan với nồng độ ion mangan tốt hơn là 0,1 đến 150 mg/L, tốt hơn nữa là 5 đến 100 mg/L.

Như được mô tả ở trên, trong khi lượng bổ sung hợp chất có thể thay đổi theo nước thải chứa xyanogen cần được xử lý, nồng độ của hợp chất sắt được bổ sung với nồng độ ion sắt là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ của hợp chất sắt với nồng độ ion sắt là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ của hợp chất sắt với nồng độ ion sắt là lớn hơn 500 mg/L, sắt hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ cụ thể của hợp chất sắt với nồng độ ion sắt (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ của hợp chất sắt với nồng độ ion sắt tốt hơn là 0,1 đến 150 mg/L, tốt

hơn nữa là 2 đến 100 mg/L.

Như được mô tả ở trên, trong khi lượng bổ sung hợp chất có thể thay đổi theo nước thải chứa xyanogen cần được xử lý, nồng độ của hợp chất đồng được bổ sung với nồng độ ion đồng là khoảng 0,1 đến 500 mg/L.

Khi nồng độ của hợp chất đồng với nồng độ ion đồng là nhỏ hơn 0,1 mg/L, hiệu quả loại bỏ xyanogen có thể là không đủ. Khi nồng độ của hợp chất đồng với nồng độ ion đồng là lớn hơn 500 mg/L, đồng hòa tan ở mức lớn hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải vẫn còn dư, điều này có ảnh hưởng bất lợi đến môi trường và dẫn đến không thuận lợi về mặt kinh tế.

Các ví dụ về nồng độ cụ thể của hợp chất đồng với nồng độ ion đồng (mg/L) bao gồm 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 và 500.

Nồng độ của hợp chất đồng với nồng độ ion đồng tốt hơn là 0,1 đến 150mg/L, tốt hơn nữa là 2 đến 100 mg/L.

(Trình tự bổ sung các hợp chất)

Trình tự bổ sung hypoclorit và hydro peroxit vào nước thải chứa xyanogen không bị giới hạn cụ thể. Các hợp chất có thể được bổ sung một cách đồng thời, hoặc hypoclorit và hydro peroxit có thể được bổ sung riêng rẽ theo trình tự này hoặc theo trình tự ngược lại.

Khi hợp chất kim loại được bổ sung thêm, trình tự bổ sung hợp chất kim loại không bị giới hạn cụ thể. Có thể bổ sung đồng thời hypoclorit, hydro peroxit và hợp chất kim loại vào nước thải chứa xyanogen, hoặc có thể bổ sung ba hợp chất này một cách riêng rẽ, hoặc có thể bổ sung hai trong số ba hợp chất này một cách đồng thời tiếp theo là bổ sung hợp chất còn lại.

Cụ thể là, trình tự bổ sung bao gồm thao tác một giai đoạn, thao tác hai giai đoạn và thao tác ba giai đoạn bao gồm các dạng kết hợp sau. Ký hiệu “/” có nghĩa là sự tách biệt giữa các thao tác và “(A+B)” có nghĩa là bổ sung đồng thời A và B (thao tác trong cùng một bước).

Thao tác một giai đoạn

(1-1) (Hypoclorit + hydro peroxit)

(1-2) (Hypoclorit + hydro peroxit + hợp chất kim loại)

Thao tác hai giai đoạn

(2-1) (Hypoclorit)/(hydro peroxit)

(2-2) (Hydro peroxit)/(hypoclorit)

(2-3) (Hypoclorit + hợp chất kim loại)/(hydro peroxit)

(2-4) (Hydro peroxit + hợp chất kim loại)/(hypoclorit)

(2-5) (Hypoclorit + hydro peroxit)/(hợp chất kim loại)

(2-6) (Hypoclorit)/(hydro peroxit + hợp chất kim loại)

(2-7) (Hydro peroxit)/(hypoclorit + hợp chất kim loại)

(2-8) (Hợp chất kim loại)/(hypoclorit + hydro peroxit)

Thao tác ba giai đoạn

(3-1) (Hypoclorit)/(hydro peroxit)/(hợp chất kim loại)

(3-2) (Hypoclorit)/(hợp chất kim loại)/(hydro peroxit)

(3-3) (Hydro peroxit)/(hypoclorit)/(hợp chất kim loại)

(3-4) (Hydro peroxit)/(hợp chất kim loại)/(hypoclorit)

(3-5) (Hợp chất kim loại)/(hydro peroxit)/(hypoclorit)

(3-6) (Hợp chất kim loại)/(hypoclorit)/(hydro peroxit)

Trong số các dạng thao tác khác, thao tác một giai đoạn hoặc thao tác hai giai đoạn được ưu tiên về mặt hiệu quả thực hiện.

Đối với các thao tác nhiều giai đoạn, tốt hơn là nước thải được xử lý phải trải qua công đoạn tách chất kết tủa sau từng giai đoạn hoặc sau khi hoàn thành tất cả các thao tác, cụ thể là sau khi xử lý bởi hợp chất kim loại. Khi công đoạn tách chất kết tủa được thực hiện giữa các giai đoạn, hợp chất thuộc giai đoạn tiếp theo được bổ sung vào chất nổi trên bề mặt đã thu được. Các ví dụ cụ thể về dạng thao tác này bao gồm Ví dụ thử nghiệm 3.

Khi nước thải xyanogen có COD tương đối cao ( $COD_{Mn}$ : nhu cầu oxy hóa học theo phương pháp pemanganat ở nhiệt độ cao có tính axit) như lớn hơn hoặc bằng 50 mg/L được xử lý tại hiện trường bằng thao tác hai giai đoạn, tốt hơn nếu hypoclorit được bổ sung ở giai đoạn đầu. Xét về mặt an toàn, mong muốn rằng hydro peroxit

được bổ sung ở giai đoạn sau.

(Độ pH của nước thải chứa xyanogen và chất nổi trên bề mặt)

Nước thải chứa xyanogen tốt hơn là có độ pH là nhỏ hơn hoặc bằng 9.

Khi nước thải chứa xyanogen có độ pH lớn hơn 9, sự tạo thành hợp chất không tan trong nước có thể là không đủ và xyanogen có thể không được loại bỏ hiệu quả.

Chất nổi trên bề mặt mà hợp chất kim loại được bổ sung thêm vào cũng tốt hơn là có độ pH nhỏ hơn hoặc bằng 9.

Khi chất nổi trên bề mặt có độ pH lớn hơn 9, sự tạo thành hợp chất không tan trong nước có thể tương tự là không đủ và xyanogen có thể không được loại bỏ hiệu quả.

Giới hạn dưới được ưu tiên về độ pH của nước thải chứa xyanogen và chất nổi trên bề mặt là khoảng 6. Tuy nhiên, do nước thải chứa xyanogen cần được xử lý nhìn chung là có độ pH khoảng 6 đến 9, và vì vậy việc điều chỉnh độ pH là không cần thiết.

Khi nước thải chứa xyanogen và chất nổi trên bề mặt có độ pH lớn hơn 9 hoặc độ pH nhỏ hơn 6, axit hoặc kiềm mà không thể ngăn chặn các phản ứng trong quá trình xử lý theo sáng chế như axit sulfuric hoặc natri hydroxit có thể được bổ sung vào nước thải đã được xử lý.

Tốt hơn nếu sau khi bổ sung hypoclorit, hydro peroxit và hợp chất kim loại và trong suốt quá trình phản ứng của xyanogen với các hợp chất được bổ sung, dung dịch hỗn hợp được khuấy khi xét đến mặt hiệu quả loại bỏ xyanogen. Tốt hơn nếu bước khuấy được thực hiện mỗi lần sau khi bổ sung hợp chất.

Để xúc tiến phản ứng trong khi khuấy trộn, tốt hơn nếu dung dịch hỗn hợp được làm ấm đến một mức độ nào đó sao cho hợp chất được bổ sung không bị phân hủy, và nhiệt độ của chất lỏng tốt hơn là khoảng 20 đến 50°C.

Thời gian cần thiết cho việc khuấy có thể thay đổi theo lượng nước thải chứa xyanogen, loại và nồng độ của xyanogen, loại và quy mô thiết bị xử lý và yếu tố tương tự; tuy nhiên, thời gian này có thể được chọn một cách phù hợp để xyanogen và hợp chất được bổ sung được tiếp xúc đầy đủ. Nhìn chung, thời gian khuấy trộn có thể là 10 phút hoặc hơn, tốt hơn nữa là 20 đến 60 phút.

(Quá trình xử lý và tách chất kết tủa)

Đối với một loạt các thao tác bao gồm bổ sung các hợp chất, trộn bằng cách khuấy, công đoạn tách chất kết tủa và loại bỏ muối không tan trong nước, các thiết bị phổ biến như bể chứa chất phụ gia, bể xử lý phản ứng, bể lắng và bể kết tủa có thể được sử dụng. Các phương tiện có thể được chuyển đổi về mục đích.

Theo phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen của sáng chế, một hóa chất phổ biến như chất chống rỉ, chất ức chế ăn mòn, chất phân tán cặn bẩn và chất kiểm soát bùn cặn cũng có thể được sử dụng ở mức phạm vi mà không gây cản trở đến hiệu quả của sáng chế.

Trong công đoạn tách chất kết tủa, chất hoạt tính bề mặt hoặc chất trợ đông tụ có thể được bổ sung ở mức độ mà không gây cản trở đến hiệu quả của sáng chế.

Như được sử dụng ở đây, “không tan trong nước” có nghĩa là hợp chất (muối) có độ hòa tan là nhỏ hơn hoặc bằng 1 g trong 100 g nước ở 20°C và hợp chất có thể được tách khỏi pha lỏng bởi công đoạn tách chất kết tủa hoặc lọc.

Theo quá trình xử lý nêu trên, xyanogen trong nước thải có thể được loại bỏ an toàn và ít tốn kém theo các quy trình đơn giản đồng thời sử dụng các hóa chất ít nhất có thể so với các phương pháp thông thường không quan tâm đến loại nước thải như nước thải chứa ion thioxyanat hoặc ion amoni, nồng độ xyanogen (hàm lượng xyanogen tổng số (mg/L)) có thể được giảm đáng kể đến mức nhỏ hơn hoặc bằng so với tiêu chuẩn nước thải, và vì vậy nước thải sau khi xử lý có thể được xả vào các cống rãnh hoặc tái sử dụng mà không cần quá trình xử lý trung hòa.

Khi nước thải đã qua xử lý được xả với điều kiện này, các hợp chất có thể được bổ sung với các lượng sao cho nồng độ xyanogen tổng số được giảm đến mức nhỏ hơn hoặc bằng tiêu chuẩn nước thải theo phương pháp theo sáng chế. Khi nước thải đã qua xử lý được pha loãng trong một loại nước thải khác trước khi xả, các hợp chất có thể được bổ sung với các lượng sao cho nước thải được pha loãng có nồng độ xyanogen tổng số mức nhỏ hơn hoặc bằng tiêu chuẩn nước thải.

Nhìn chung, nước thải được xử lý được xả sau khi pha loãng nó với một loại nước thải khác tại các nhà máy và các nơi tương tự. Sẽ tốt hơn nếu kiểm soát lượng các thành phần hoạt tính bằng cách xem xét đến hiệu quả về mặt chi phí.

Do vậy, cần hiểu rằng sáng chế bao gồm phương pháp xử lý mà không dẫn đến nồng độ xyanogen tổng số sau khi xử lý là nhỏ hơn hoặc bằng 1 mg/L như phương pháp xử lý mà dẫn đến nồng độ thông thường là nhỏ hơn hoặc bằng 5 mg/L.

#### Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được mô tả cụ thể qua các ví dụ thử nghiệm mà không làm giới hạn sáng chế.

Trong Ví dụ thử nghiệm 1-1 sau đây, nước thải chứa xyanogen A (độ pH 8,3) được sử dụng mà được thu gom từ dòng nước thải lò than cốc tại nhà máy luyện kim và có chất lượng nước được chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1

| Hạng mục          | Nồng độ (mg/L) |
|-------------------|----------------|
| Xyanogen tổng số  | 11,5           |
| Ion thioxyanat    | 160            |
| Natri             | 980            |
| Kali              | 2100           |
| Canxi             | 260            |
| Ion amoni         | 330            |
| Ion clorua        | 2600           |
| Ion sulfat        | 330            |
| Ion hydrocacbonat | 1600           |
| Đồng              | 0,010          |
| Kẽm               | 6,2            |
| Sắt               | 9,6            |
| Mangan            | 0,86           |

Trong Ví dụ thử nghiệm 1-2 sau đây, nước thải chứa xyanogen B (độ pH 7,8) được sử dụng mà được thu gom từ nước thô từ bộ gom bụi từ lò luyện gang tại nhà máy luyện kim và có chất lượng nước được chỉ ra trong Bảng 2.

Bảng 2

| Hạng mục          | Nồng độ (mg/L) |
|-------------------|----------------|
| Xyanogen tổng số  | 5,4            |
| Ion thioxyanat    | 360            |
| COD <sub>Mn</sub> | 250            |
| Canxi             | 580            |
| Ion amoni         | 290            |
| Ion clorua        | 4200           |
| Ion sulfat        | 900            |
| Ion hydrocacbonat | 820            |
| Đồng              | 0,014          |
| Kẽm               | 0,022          |
| Sắt               | 0,80           |
| Mangan            | 1,1            |

Trong các Ví dụ thử nghiệm 2-1, 2-3 và 2-4 sau đây, nước thải chứa xyanogen C (độ pH 8,0) được sử dụng mà được điều chế như sau và có chất lượng nước được chỉ ra trong Bảng 3.

Nước thải chứa xyanogen C được điều chế bằng dung dịch nước kali sắt (II) xyanua, dung dịch nước kali xyanua, dung dịch nước kali thioxyanat, dung dịch nước canxi clorua dihydrat, dung dịch nước natri clorua, dung dịch nước natri sulfat, dung dịch nước amoni clorua và dung dịch nước natri hydro cacbonat.

Bảng 3

| Hạng mục            | Nồng độ (mg/L) |
|---------------------|----------------|
| Ion phức chất xyano | 6              |
| Ion xyano           | 14             |
| Ion thioxyanat      | 93             |
| Natri               | 947            |
| Kali                | 90             |
| Canxi               | 80             |
| Ion amoni           | 201            |
| Ion clorua          | 1193           |
| Ion sulfat          | 67             |
| Ion hydrocacbonat   | 1220           |

Trong Ví dụ thử nghiệm 2-2 sau đây, nước thải chứa xyanogen D (độ pH 8,0) được sử dụng mà được điều chế như sau và có chất lượng nước được chỉ ra trong Bảng 4.

Nước thải chứa xyanogen D được điều chế bằng dung dịch nước kali xyanua, dung dịch nước canxi clorua dihydrat, dung dịch nước natri clorua, dung dịch nước natri sulfat và dung dịch nước natri hydro cacbonat.

Bảng 4

| Hạng mục          | Nồng độ (mg/L) |
|-------------------|----------------|
| Ion xyano         | 20             |
| Natri             | 947            |
| Kali              | 30             |
| Canxi             | 80             |
| Ion clorua        | 798            |
| Ion sulfat        | 67             |
| Ion hydrocacbonat | 1220           |

(Ví dụ thử nghiệm 1-1)

Cho 300 mL nước thải chứa xyanogen A vào các cốc có mỏ dung tích 300 mL tương ứng, và bổ sung natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit theo tương ứng vào đó để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 5, do đó thu được các mẫu nước.

Bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào một vài mẫu nước, điều chỉnh độ pH của các mẫu nước này đến các giá trị được chỉ ra trong Bảng 5.

Tiếp theo khuấy các mẫu nước thu được trên máy khuấy trộn (do hãng Miyamoto Corporation sản xuất, Jar Tester (sử dụng chất kết bông mẫu nước), mẫu: MJS-6, hình dạng của lưỡi khuấy: lưỡi kép, đường kính lưỡi lớn nhất: 60 mm) với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 30 phút.

Sau đó tiến hành đo các mẫu nước này về nồng độ xyanogen tổng số (T-CN) theo JIS K0102 và ước tính hiệu quả loại bỏ hợp chất xyanogen trong các mẫu nước này.

Trong thử nghiệm hiện có, mẫu trắng (Ví dụ so sánh 4) mà không có natri hypoclorit, mangan clorua hoặc hydro peroxit được thử nghiệm song song.

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 5 cùng với các hợp chất được bổ sung và các lượng bổ sung và độ pH của các mẫu nước.

Bảng 5

|                                      | Hợp chất được bổ sung và<br>lượng bổ sung<br>(mg/L) [đương lượng mol] |                                 |                               | Độ pH của<br>mẫu nước | Hàm lượng<br>xyanogen của nước<br>đã qua xử lý<br>T-CN<br>(mg/L) |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                      | NaClO <sup>1)</sup>                                                   | MnCl <sub>2</sub> <sup>2)</sup> | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |                       |                                                                  |
| Ví dụ 1                              | 360<br>[12,4]                                                         | 0                               | 700<br>[50,1]                 | 9,0                   | 4,95                                                             |
| Ví dụ 2                              |                                                                       | 0                               |                               | 8,0                   | 4,19                                                             |
| Ví dụ 3                              |                                                                       | 0                               |                               | 7,0                   | 6,43                                                             |
| Ví dụ 4                              |                                                                       | 14                              |                               | 9,0                   | 1,94                                                             |
| Ví dụ 5                              |                                                                       | 14                              | 175<br>[12,5]                 | 8,0                   | 1,07                                                             |
| Ví dụ 6                              |                                                                       | 14                              |                               | 9,0                   | 2,99                                                             |
| Ví dụ 7                              |                                                                       | 14                              |                               | 8,0                   | 1,40                                                             |
| Ví dụ so<br>sánh 1                   | 360<br>[12,4]                                                         | 0                               | 0                             | 8,0                   | 13,50                                                            |
| Ví dụ so<br>sánh 2                   | 2500<br>[85,9]                                                        | 0                               | 0                             | 10,0                  | 6,90                                                             |
| Ví dụ so<br>sánh 3                   | 360<br>[12,4]                                                         | 21                              | 0                             | 8,0                   | 11,50                                                            |
| Ví dụ so<br>sánh 4<br>(mẫu<br>trắng) | 0                                                                     | 0                               | 0                             | 8,0                   | 11,50                                                            |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Nồng độ ion mangan

Các kết quả thử nghiệm trong Bảng 5 chỉ ra những điều dưới đây:

việc xử lý kết hợp bởi natri hypoclorit và hydro peroxit với độ pH 7 đến 9 (các ví dụ 1 đến 3) và việc xử lý kết hợp bởi natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit với độ pH 8 và 9 (các Ví dụ 4 đến 7) có hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ;

mặt khác, việc xử lý bởi duy nhất natri hypoclorit (Ví dụ so sánh 1) dẫn đến làm tăng hàm lượng xyanogen trong nước đã qua xử lý so với mẫu trắng (Ví dụ so sánh 4) (điều này có thể là do sự tạo thành xyanogen bởi quá trình oxy hóa ion thioxyanat trong nước thải);

việc xử lý theo phương pháp clo hóa kiềm (Ví dụ so sánh 2) trong đó một lượng dư của natri hypoclorit được bổ sung không mang lại hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ; và

việc xử lý kết hợp bởi natri hypoclorit và mangan clorua (Ví dụ so sánh 3), mà

nhằm để các tác giả dự tính sẽ quan sát thấy hiệu quả loại bỏ xyanogen, không mang lại hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ một phần do lượng không đủ các hóa chất được bổ sung.

(Ví dụ thử nghiệm 1-2)

Cho 1 L nước thải chứa xyanogen B vào cốc cỡ nhỏ dung tích 1-L, và làm ấm lên trong bể nước tại 55°C. Bổ sung mangan clorua vào để đạt được nồng độ được chỉ ra trong Bảng 6, khuấy hỗn hợp này trong thời gian 2 phút, và bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào để điều chỉnh độ pH của mẫu nước này đến 8,0.

Bổ sung natri hypoclorit vào mẫu nước thu được để đạt được nồng độ được chỉ ra trong Bảng 6 và khuấy hỗn hợp trên máy khuấy trộn (do hãng Miyamoto Corporation sản xuất, Jar Tester (chất kết bông mẫu nước), mẫu: MJS-6, hình dạng của lưỡi khuấy: lưỡi kép, đường kính lưỡi lớn nhất: 60 mm) với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 1 giờ.

Bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào mẫu nước này để điều chỉnh độ pH của mẫu nước này đến 8,0. Tiến hành đo mẫu nước thu được (1) về hàm lượng xyanogen (T-CN) và nhu cầu oxy hóa học (COD<sub>Mn</sub>).

Bổ sung chất kết bông vô cơ (polynhôm clorua) vào mẫu nước thu được (1) để đạt nồng độ 3 mg/L và khuấy hỗn hợp trên máy khuấy trộn với tốc độ quay 200 vòng/phút trong thời gian 2 phút. Ngoài ra, bổ sung chất kết bông polyme (tên sản phẩm: FLOCKLANT A-1240, do hãng Katayama Chemical, Inc. sản xuất) vào để đạt nồng độ 1 mg/L và khuấy hỗn hợp này trên máy khuấy trộn với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 30 phút tiếp theo là với tốc độ quay 60 vòng/phút trong thời gian 1,5 phút. Để yên mẫu nước thu được trong thời gian 5 phút tiếp theo là quan sát đặc điểm bên ngoài.

Tiếp theo, thu gom chất nổi trên bề mặt của mẫu nước thu được (250 mL) vào cốc cỡ nhỏ dung tích 300 mL và làm ấm lên trong bể nước tại 55°C. Lọc phần còn lại của chất nổi trên bề mặt qua giấy lọc số 5A.

Bổ sung hydro peroxit vào mẫu nước đã thu được có chất nổi trên bề mặt để đạt được nồng độ được chỉ ra trong Bảng 6, và bổ sung dung dịch nước axit sulfuric

hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào hỗn hợp để điều chỉnh độ pH của mẫu nước này đến 8,0, tiếp theo là khuấy hỗn hợp trên máy khuấy trộn với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 2 giờ.

Sau khi khuấy, lọc mẫu nước này qua giấy lọc số 5A và đo mẫu nước (2) về hàm lượng xyanogen (T-CN) và nhu cầu oxy hóa học ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ).

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6

|         | Lượng bổ sung<br>(mg/L)<br>[đương lượng mol]<br>[thao tác giai đoạn<br>thứ nhất] |                                 | Mẫu nước (1)                               |                                 | Lượng bổ sung<br>(mg/L)<br>[đương lượng mol]<br>[thao tác giai đoạn<br>thứ hai] |                                            | Mẫu nước (2)                |  |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|--|
|         | NaClO <sup>1)</sup>                                                              | MnCl <sub>2</sub> <sup>2)</sup> | Hàm<br>lượng<br>xyanogen<br>T-CN<br>(mg/L) | COD <sub>Mn</sub><br>(mg/<br>L) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                                   | Hàm<br>lượng<br>xyanogen<br>T-CN<br>(mg/L) | COD <sub>Mn</sub><br>(mg/L) |  |
| Ví dụ 8 | 5000<br>[366]                                                                    | 19                              | 3,2                                        | 52                              | 175<br>[26,7]                                                                   | 0,74                                       | 54                          |  |
| Ví dụ 9 |                                                                                  |                                 |                                            |                                 | 350<br>[53,4]                                                                   | 0,72                                       | 56                          |  |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Nồng độ ion mangan

Các kết quả thử nghiệm trong Bảng 6 chỉ ra những điều dưới đây:

sau thao tác giai đoạn thứ nhất, hàm lượng xyanogen (T-CN) được giảm đến khoảng 3 mg/L và nhu cầu oxy hóa học ( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ) cũng được giảm; và

trong các Ví dụ 8 và 9, sau khi bổ sung hydro peroxit, hàm lượng xyanogen (T-CN) là nhỏ hơn 1 mg/L.

(Ví dụ thử nghiệm 2-1/ Thử nghiệm thao tác một giai đoạn với nước thải chứa xyanogen chứa phức chất xyano)

Nước thải chứa xyanogen C được xử lý theo quy trình tương tự như trong Ví dụ thử nghiệm 1 ngoại trừ việc nước thải chứa xyanogen được sử dụng là nước thải chứa xyanogen C và natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit theo tương ứng được bổ sung để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 7.

Bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào một vài mẫu nước để điều chỉnh độ pH của các mẫu nước này đến các giá trị được chỉ ra trong Bảng 7.

Sau đó, lọc các sản phẩm không tan trong nước trong mẫu nước này ra, đo nồng độ xyanogen tổng số (T-CN) trong phần nước lọc theo JIS K0102 và ước tính hiệu quả loại bỏ hợp chất xyanogen trong mỗi mẫu nước.

Trong thử nghiệm hiện có, mẫu trắng (Ví dụ so sánh 11) mà không có natri hypoclorit, mangan clorua hoặc hydro peroxit được thử nghiệm song song.

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 7 cùng với các hợp chất được bổ sung và các lượng bổ sung và độ pH của các mẫu nước.

Bảng 7

|                                    | Hợp chất được bổ sung và<br>lượng bổ sung<br>(mg/L) [đương lượng mol] |                                 |                               | độ pH của<br>mẫu nước | Hàm lượng<br>xyanogen của<br>nước đã qua<br>xử lý<br>T-CN<br>(mg/L) |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                                    | NaClO <sup>1)</sup>                                                   | MnCl <sub>2</sub> <sup>2)</sup> | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |                       |                                                                     |
| Ví dụ 10                           | 50<br>[0,99]                                                          | 42                              | 150<br>[6,18]                 | 6,5                   | 4,34                                                                |
| Ví dụ 11                           |                                                                       | 42                              |                               | 7,0                   | 3,36                                                                |
| Ví dụ 12                           |                                                                       | 42                              |                               | 8,0                   | 3,70                                                                |
| Ví dụ 13                           |                                                                       | 7                               |                               | 8,0                   | 4,56                                                                |
| Ví dụ 14                           |                                                                       | 42                              |                               | 8,5                   | 0,41                                                                |
| Ví dụ 15                           | 25<br>[0,49]                                                          | 20                              | 50<br>[2,06]                  | 8,5                   | 2,47                                                                |
| Ví dụ 16                           | 50<br>[0,99]                                                          | 42                              | 150<br>[6,18]                 | 9,0                   | 0,31                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 5                 | 50<br>[0,99]                                                          | 0                               | 0                             | 8,0                   | 10,45                                                               |
| Ví dụ so<br>sánh 6                 | 0                                                                     | 42                              | 0                             | 8,0                   | 13,09                                                               |
| Ví dụ so<br>sánh 7                 | 50<br>[0,99]                                                          | 7                               | 0                             | 8,0                   | 9,45                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 8                 |                                                                       | 42                              | 0                             | 8,0                   | 8,39                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 9                 |                                                                       | 42                              | 0                             | 9,0                   | 5,16                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 10                | 0                                                                     | 0                               | 1500<br>[61,8]                | 8,0                   | 15,81                                                               |
| Ví dụ so<br>sánh 11<br>(mẫu trắng) | 0                                                                     | 0                               | 0                             | 8,0                   | 15,93                                                               |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Nồng độ ion mangan

Các kết quả thử nghiệm trong Bảng 7 chỉ ra những điều dưới đây:

khi việc xử lý được thực hiện bởi các hợp chất được bổ sung dưới dạng kết hợp của natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit với độ pH 6,5 đến 9 (các Ví dụ 10 đến 16), hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ được thể hiện;

mặt khác, khi việc xử lý được thực hiện bởi duy nhất natri hypoclorit với độ pH 8 (Ví dụ so sánh 5) hoặc việc xử lý được thực hiện bởi duy nhất mangan clorua với độ pH 8 (Ví dụ so sánh 6), hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ là không đạt được;

việc xử lý kết hợp bởi natri hypoclorit và mangan clorua với độ pH 8 và 9 (các Ví dụ so sánh 7 đến 9), mà nhằm để các tác giả dự tính sẽ quan sát thấy hiệu quả loại bỏ xyanogen, không mang lại hiệu quả đủ đối với loại nước thải này; và

việc xử lý bởi duy nhất hydro peroxit (Ví dụ so sánh 10) trong đó một lượng dư hydro peroxit được bổ sung mang lại ít hiệu quả.

(Ví dụ thử nghiệm 2-2/ Thử nghiệm thao tác một giai đoạn với nước thải chứa xyanogen chứa ion xyano)

Nước thải chứa xyanogen D được xử lý theo quy trình tương tự như trong Ví dụ thử nghiệm 2-1 ngoại trừ việc nước thải chứa xyanogen được sử dụng là nước thải chứa xyanogen D và natri hypoclorit và hydro peroxit theo tương ứng được bổ sung để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 8.

Bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào một vài mẫu nước để điều chỉnh độ pH của các mẫu nước này đến các giá trị được chỉ ra trong Bảng 8.

Sau đó, lọc các sản phẩm không tan trong nước trong mẫu nước này ra, đo nồng độ xyanogen tổng số (T-CN) trong phần nước lọc theo JIS K0102 và ước tính hiệu quả loại bỏ hợp chất xyanogen trong mỗi mẫu nước.

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 8 cùng với các hợp chất được bổ sung và các lượng bổ sung và độ pH của các mẫu nước.

Bảng 8

|          | Hợp chất được bổ sung và lượng bổ sung (mg/L) |                               |                               |                               | Độ pH của mẫu nước | Hàm lượng xyanogen của nước đã qua xử lý T-CN (mg/L) |
|----------|-----------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|
|          | NaClO <sup>1)</sup>                           | Đương lượng mol <sup>2)</sup> | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Đương lượng mol <sup>2)</sup> |                    |                                                      |
| Ví dụ 17 | 20                                            | 0,37                          | 4,0                           | 0,15                          | 8,0                | 4,92                                                 |
| Ví dụ 18 | 8,0                                           | 0,15                          | 52                            | 2,00                          | 8,0                | 4,94                                                 |
| Ví dụ 19 | 16                                            | 0,30                          | 8,0                           | 0,30                          | 8,0                | 3,96                                                 |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Đương lượng mol so với hàm lượng xyanogen

Các kết quả thử nghiệm trong Bảng 8 chỉ ra những điều dưới đây:

khi việc xử lý được thực hiện bởi các hợp chất được bổ sung dưới dạng kết hợp của natri hypoclorit và hydro peroxit với độ pH 8 (các Ví dụ 17 đến 19), hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ được thể hiện.

(Ví dụ thử nghiệm 2-3/ Thử nghiệm thao tác hai giai đoạn với nước thải chứa xyanogen chứa phức chất xyano)

Cho 300 mL nước thải chứa xyanogen C vào các cốc có mỏ dung tích 300 mL tương ứng và bổ sung một hoặc hai hợp chất được chọn từ natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 9, do đó thu được các mẫu nước.

Bổ sung dung dịch nước axit sulfuric hoặc dung dịch nước natri hydroxit vào một vài mẫu nước để điều chỉnh độ pH của các mẫu nước này đến các giá trị được chỉ ra trong Bảng 9.

Tiếp theo khuấy các mẫu nước thu được trên máy khuấy trộn với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 30 phút.

Sau đó, lọc các sản phẩm không tan trong nước trong mẫu nước này ra, lấy mỗi phần nước lọc (chất nổi trên bề mặt) vào cốc có mỏ dung tích 200 mL, bổ sung một hoặc hai hợp chất được chọn từ natri hypoclorit, mangan clorua và hydro peroxit để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 9 và khuấy hỗn hợp này trên máy khuấy trộn với tốc độ quay 120 vòng/phút trong thời gian 30 phút.

Tiếp theo, đo nồng độ xyanogen tổng số (T-CN) trong các mẫu nước này theo JIS K0102 và ước tính hiệu quả loại bỏ của hợp chất xyanogen trong mỗi mẫu nước.

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 9 cùng với các hợp chất được bổ sung và các lượng bổ sung và độ pH của các mẫu nước.

Bảng 9

|          | Hợp chất được bổ sung và lượng bổ sung (mg/L) [đương lượng mol],<br>độ pH của mẫu nước |                         |                               |     |                            |                         |                               |     | Hàm lượng<br>xyanogen của<br>nước đã qua<br>xử lý<br>T-CN<br>(mg/L) |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------|
|          | Thao tác giai đoạn thứ nhất                                                            |                         |                               |     | Thao tác giai đoạn thứ hai |                         |                               |     |                                                                     |
|          | NaClO<br>1)                                                                            | MnCl <sub>2</sub><br>2) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | pH  | NaClO<br>1)                | MnCl <sub>2</sub><br>2) | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | pH  |                                                                     |
| Ví dụ 20 | 50<br>[0,99]                                                                           | 42                      | -                             | 8,0 | -                          | -                       | 150<br>[6,18]                 | 8,0 | 3,18                                                                |
| Ví dụ 21 |                                                                                        | 7                       | -                             | 8,0 | -                          | -                       |                               | 8,0 | 4,44                                                                |
| Ví dụ 22 |                                                                                        | 42                      | -                             | 8,5 | -                          | -                       |                               | 8,5 | 0,12                                                                |
| Ví dụ 23 |                                                                                        | -                       | 150<br>[6,18]                 | 8,5 | -                          | 42                      | -                             | 8,5 | 0,36                                                                |
| Ví dụ 24 |                                                                                        | -                       | -                             | 8,5 | -                          | 42                      | 150<br>[6,18]                 | 8,5 | 0,69                                                                |
| Ví dụ 25 | -                                                                                      | -                       | 150<br>[6,18]                 | 8,5 | 50<br>[0,99]               | 42                      | -                             | 8,5 | 0,36                                                                |
| Ví dụ 26 | -                                                                                      | 42                      | -                             | 8,5 |                            | -                       | 150<br>[6,18]                 | 8,5 | 0,24                                                                |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Nồng độ ion mangan

Từ các kết quả thử nghiệm trong Bảng 9, nhận thấy rằng ngay cả khi các hóa chất dùng cho phương pháp theo sáng chế được sử dụng trong hai giai đoạn, hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ được thể hiện.

(Ví dụ thử nghiệm 2-4/ Thử nghiệm thao tác một giai đoạn với nước thải chứa xyanogen chứa phức chất xyano)

Nước thải chứa xyanogen C được xử lý theo quy trình tương tự như trong Ví dụ thử nghiệm 2-1 ngoại trừ việc natri hypoclorit, hợp chất kim loại và hydro peroxit là theo tương ứng được bổ sung để đạt được các nồng độ được chỉ ra trong Bảng 10. Hợp chất kim loại được sử dụng là sắt (II) clorua tetrahydrat ( $\text{Fe}^{2+}$ ), kẽm clorua ( $\text{Zn}^{2+}$ ), đồng (I) clorua ( $\text{Cu}^+$ ) và đồng (II) sulfat pentahydrat ( $\text{Cu}^{2+}$ ).

Các kết quả thu được được thể hiện trong Bảng 10 cùng với các hợp chất được bổ sung và các lượng bổ sung và độ pH của các mẫu nước.

Bảng 10

|                     | Hợp chất được bổ sung và lượng bổ sung<br>(mg/L) [đương lượng mol] |                                 |                   |      |                   |                               | Độ pH<br>của mẫu<br>nước | Hàm lượng<br>xyanogen của<br>nước đã qua xử<br>lý<br>T-CN<br>(mg/L) |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|                     | NaClO <sup>1)</sup>                                                | Hợp chất kim loại <sup>2)</sup> |                   |      |                   | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> |                          |                                                                     |
|                     |                                                                    | FeCl <sub>2</sub>               | ZnCl <sub>2</sub> | CuCl | CuCl <sub>2</sub> |                               |                          |                                                                     |
| Ví dụ 27            | 50<br>[0,99]                                                       | 43                              | -                 | -    | -                 | 150<br>[6,18]                 | 6,5                      | 1,49                                                                |
| Ví dụ 28            |                                                                    | 43                              | -                 | -    | -                 |                               | 8,5                      | 0,87                                                                |
| Ví dụ 29            |                                                                    | -                               | -                 | 49   | -                 |                               | 6,5                      | 0,37                                                                |
| Ví dụ 30            |                                                                    | -                               | -                 | 49   | -                 |                               | 8,5                      | 1,31                                                                |
| Ví dụ 31            |                                                                    | -                               | -                 | -    | 49                |                               | 6,5                      | 0,31                                                                |
| Ví dụ 32            |                                                                    | -                               | -                 | -    | 49                |                               | 8,5                      | 0,21                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 12 | 50<br>[0,99]                                                       | -                               | 63                | -    | -                 | 150<br>[6,18]                 | 6,5                      | 5,50                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 13 |                                                                    | -                               | 63                | -    | -                 |                               | 8,5                      | 6,86                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 14 | -                                                                  | 43                              | -                 | -    | -                 | 0                             | 8,5                      | 10,67                                                               |
| Ví dụ so<br>sánh 15 | -                                                                  | -                               | -                 | 49   | -                 | 0                             | 8,5                      | 8,60                                                                |
| Ví dụ so<br>sánh 16 | -                                                                  | -                               | -                 | -    | 49                | 0                             | 8,5                      | 11,90                                                               |

1) Nồng độ clo hữu hiệu

2) Ion kim loại nồng độ

Các kết quả thử nghiệm trong Bảng 10 chỉ ra những điều dưới đây:

khi việc xử lý được thực hiện bởi các hợp chất được bổ sung dưới dạng kết hợp của natri hypoclorit, hợp chất kim loại cụ thể (hợp chất mà có thể tạo thành ion sắt hóa trị hai trong nước hoặc hợp chất đồng) và hydro peroxit (các Ví dụ 27 đến 32), hiệu quả loại bỏ xyanogen đủ được thể hiện.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen có chứa các ion amoni, bao gồm bước bổ sung hypoclorit và hydro peroxit vào nước thải chứa xyanogen, một cách đồng thời hoặc riêng rẽ, để làm phân hủy xyanogen trong nước thải và/hoặc tạo thành hợp chất không tan trong nước chứa xyanogen, do đó loại bỏ xyanogen ra khỏi nước thải.
2. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo điểm 1, trong đó nước thải chứa xyanogen được đo sơ bộ về hàm lượng xyanogen, và hypoclorit với nồng độ clo hữu hiệu và hydro peroxit được bổ sung vào với mức tương ứng là lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol và lớn hơn hoặc bằng 0,1 đương lượng mol, so với hàm lượng đo được.
3. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo điểm 1 hoặc 2, trong đó nước thải chứa xyanogen ban đầu chứa một hoặc nhiều ion kim loại được chọn từ ion mangan, ion sắt và ion đồng.
4. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 3, trong đó một hoặc nhiều hợp chất kim loại được chọn từ hợp chất mangan, hợp chất sắt và hợp chất đồng được bổ sung thêm.
5. Phương pháp xử lý nước thải chứa xyanogen theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 4, trong đó nước thải chứa xyanogen có độ pH là nhỏ hơn hoặc bằng 9.