



(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)



1-0032360

(51)^{2006.01} B01D 29/11; E03F 5/14; C02F 1/00;
B01D 29/50; B01D 39/08

(13) B

(21) 1-2017-00575

(22) 31/07/2015

(86) PCT/IB2015/001806 31/07/2015

(87) WO 2016/016727 04/02/2016

(30) 62/031,404 31/07/2014 US

(45) 25/06/2022 411

(43) 25/05/2017 350A

(76) 1. LOVE, Eric, J. (AU)

North Sydney, Australia

2. ROCHFORD, Christopher, J. (AU)

North Sydney, Australia

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) MÔI TRƯỜNG LỌC PHẢN ỨNG (RFM), PHƯƠNG PHÁP TẠO MÔI TRƯỜNG
LỌC PHẢN ỨNG NÀY VÀ HỆ THỐNG LỌC BẰNG RFM

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống lọc bao gồm khoang mềm và quai. Khoang mềm có vải thấm tạo thành mặt ngoài của khoang mềm. Mặt ngoài tiếp xúc ít nhất một phần với chất lỏng nhiễm bẩn. Vải thấm có kích thước lỗ tạo ra độ thấm cho vải. Khoang mềm còn có phần bên trong để chứa môi trường lọc tinh có thể thay thế. Môi trường lọc tinh này có kích thước lỗ nhỏ hơn kích thước lỗ của vải thấm. Hệ thống lọc này còn bao gồm quai gắn vào khoang mềm.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống lọc chất lắng và cặn thể là, nhưng không có tính chất loại trừ, dùng để lọc hoặc làm giảm lượng chất gây ô nhiễm có trong chất lỏng bị ô nhiễm đi vào các đường nước như cống thoát nước mưa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Dòng chảy và phương pháp lọc

Các đường nước cần có các đường chảy sạch, vì vậy để làm sạch nước nhiễm bẩn ở các điểm hoặc ranh giới lọc, thì cả dòng nước và quá trình khử bẩn đều cần được tối ưu hóa. Có nhu cầu loại bỏ chất lắng và chất gây ô nhiễm trong khi vẫn duy trì dòng nước với vận tốc đủ để hạn chế sự tràn ngược và/hoặc tắc nghẽn.

Có nhiều thiết bị dùng để lọc dòng nước đi vào các khu vực thu nước như cống thoát nước mưa và/hoặc hệ thống làm sạch đường nước; tuy nhiên, nhiều trong số các thiết bị này lại không phải là giải pháp tối ưu do chúng cần được lắp đặt trước và không thích ứng khi điều kiện thay đổi như việc tiếp xúc với chất gây ô nhiễm mới và/hoặc lưu lượng và/hoặc vận tốc dòng nước bất thường. Vì vậy, thiết bị, phương pháp và hệ thống lọc chất lắng cần có cơ chế trao đổi chất lắng/chất gây ô nhiễm-nước khi có nhu cầu hỗ trợ dòng chảy, giữ lại và/hoặc loại bỏ chất lắng/chất gây ô nhiễm.

Phương pháp tiếp cận và khả năng thích ứng với môi trường

Các thiết bị, hệ thống và phương pháp loại bỏ chất lắng ra khỏi dòng nước nhiễm bẩn đang chảy dựa vào nhiều giải pháp bao gồm các thiết bị bơm và thiết bị cơ khí khác. Các thiết bị này dựa vào việc tiếp cận cơ sở hạ tầng làm việc sẵn có bao gồm phương tiện vận chuyển đến địa điểm, nhiên liệu, không gian, điều kiện tĩnh v.v., mà chắc chắn không nhạy với môi trường mà chúng sẽ vận hành. Tương tự, chúng không có khả năng điều chỉnh linh hoạt để đáp ứng các nhu cầu tức thời của môi trường và/hoặc thích ứng với các thay đổi của môi trường và cũng không thể mở rộng quy mô để lọc nước khi lưu lượng/hướng/tốc độ nước thay đổi. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể được huy động nhanh chóng đến các vị trí ở xa và tương đối khó tiếp cận và/hoặc có thể được điều chỉnh để thích ứng khi điều kiện nhiễm bẩn mới xuất hiện.

Tương tự, cho đến nay, các hệ thống trao đổi thụ động mà không cần đến các phương tiện cơ khí để vận hành, bị hạn chế ở khả năng mở rộng quy mô và độ linh hoạt

khi cần đáp ứng với các thay đổi lớn của dòng nước và các thay đổi về tính chất lắng/tính chất của chất gây ô nhiễm cần phải thu giữ. Ví dụ, cở khô dạng tấm ép đã được sử dụng để loại bỏ các chất lắng và theo đó, thực hiện quá trình lọc thô; tuy nhiên, chúng không có khả năng lọc chọn lọc thô và/hoặc lọc chọn lọc tinh bất kỳ. Chúng còn bị phân hủy sinh học nhanh, làm rã ra các loại cacbon hữu cơ hòa tan (DOC) và các hạt này có thể gây hại cho hệ sinh thái.

Về lịch sử, nhu cầu nước của cộng đồng được xây dựng dựa trên cơ sở:

- a. mức ưu tiên tiêu thụ nước;
- b. xác định được các thành phần của nước sạch và/hoặc
- c. ngoại suy các yêu cầu của việc khử bẩn và lọc bỏ các chất lắng có thể tồn tại trong nước.

Các hiểu biết như trên về nhu cầu nước thay đổi khi chúng ta nhận thức được nhiều hơn về các chất gây ô nhiễm có thể gây hại. Vì vậy, việc dự báo các chất gây ô nhiễm tiềm ẩn thường không chính xác.

Việc lập kế hoạch cho tương lai không thể dự báo được nhu cầu và tiêu chuẩn thu giữ chất lắng theo thời gian thực, cũng như không thể biết được hệ thống lọc nào thích ứng hoàn toàn với sự thay đổi của các yêu cầu đối với quá trình trao đổi lọc chất lắng. Theo đó, cần có giải pháp có thể dùng được ngay khi xuất hiện yêu cầu khử bẩn cho nước. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể thích ứng linh hoạt với sự thay đổi của yêu cầu đối với quá trình trao đổi lọc chất lắng theo thời gian thực.

Tương tự, việc quản lý các chất gây ô nhiễm môi trường ngày càng chặt chẽ hơn, đòi hỏi mức độ tuân thủ nghiêm ngặt hơn. Vì vậy, có nhu cầu bảo đảm việc tuân thủ bằng cách sử dụng các thiết bị, phương pháp và hệ thống kiểm soát ô nhiễm.

Đích đến của dòng nước và ảnh hưởng đến môi trường

Việc làm sạch dòng nước mưa hoặc các nguồn nước bị ô nhiễm khác chứa các chất gây ô nhiễm tiềm ẩn cần tính đến đích đến của dòng nước và ảnh hưởng của việc đổi hướng dòng nước nhằm mục đích khử bẩn. Ví dụ, dòng nước đi vào các khu vực như đầm lầy sẽ có tác động lớn đối với tuổi thọ của hệ thực vật và động vật tự nhiên. Vì vậy, việc hạn chế hoặc ngăn chặn dòng nước có thể sẽ hạn chế hoặc gây hại cho mùa màng, đầm lầy hoặc các môi trường mong muốn khác.

Khi ngập lụt, các điểm lọc hoặc ranh giới lọc của dòng nước phải đối mặt với các thách thức lớn do quá trình xói mòn, phá hủy hệ sinh thái trực tiếp và/hoặc rò rỉ làm cho môi trường không an toàn, phát sinh nhiều vấn đề kéo theo. Vì vậy, dòng nước thường cần phải được định hướng lại.

Cho đến nay, chưa thể làm ngừng dòng chảy của nước hoặc khởi động dòng nước chảy trong các thiết bị lọc chất lỏng không phải cơ học.

Tương tự, các chất độc có thể sẽ tập trung trong hệ thực vật và động vật dưới hạ lưu, vì vậy khi chuỗi thức ăn tiếp xúc với nước nhiễm bẩn có thể dẫn đến các tác động gây độc kéo dài theo cả về thời gian lẫn vị trí địa lý, so với nguồn nhiễm bẩn ban đầu.

Do đó, cho đến nay, khả năng điều chỉnh dòng chảy theo cách động học và linh động vẫn chưa đạt được một cách thích hợp bằng thiết bị lọc chất lỏng. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lỏng có thể định tuyến lại hướng của dòng nước để bảo đảm dòng nước có thể đến được đích dự kiến.

Các vấn đề do việc chặn dòng nước gây ra

Việc làm chậm dòng chảy của nước để lọc có thể gây ra tác dụng chặn nước tạm thời, điều này có thể gây ra ngập lụt ngược do thoát nước không kịp. Điều này gây ảnh hưởng xấu đến cả môi trường vật lý và thường gây nhiễm bẩn thêm do sự tiếp xúc với nước xám và/hoặc nước thải, dẫn đến sự bùng phát của bệnh tiêu chảy, bệnh kiết lỵ và các bệnh khác do môi trường bị ô nhiễm. Do đó, dòng làm việc phải được tối ưu hóa. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lỏng để có thể lọc bỏ chất lỏng mà không gây chặn dòng nước lại.

Đặc điểm của tình trạng nhiễm bẩn

Cho đến nay, các thiết bị thu giữ chất lỏng gặp rất nhiều khó khăn khi phải đối phó hoặc xử lý các chất gây ô nhiễm có mặt trong chất lỏng. Khả năng mở rộng quy mô hoặc tính linh động để thích ứng với sự thay đổi của các đặc điểm của chất lỏng và/hoặc để giữ lại chất lỏng có kích thước hạt và/hoặc thuộc loại/có nguy cơ cụ thể vẫn bị giới hạn. Do đó, việc xác định và cung cấp các phương tiện thích hợp để thu gom các chất lỏng có đặc điểm cụ thể và/hoặc để hạn chế nguy cơ khi đặc điểm nhiễm bẩn thay đổi (như khi bị ngập lụt, khi đó có thể nhiễm chất thải công nghiệp, sau đó là nhiễm vi khuẩn), một cách tổng quát và/hoặc để đáp ứng nhu cầu môi trường cụ thể, vẫn chưa đạt được đầy đủ.

Vì vậy, có nhu cầu về thiết bị lọc chất lỏng để có thể lọc chất gây ô nhiễm sa lắng khi nó xuất hiện ở các giai đoạn thời gian khác nhau. Ngoài ra, cũng có nhu cầu về các thiết bị, hệ thống và phương pháp kiểm soát việc nhiễm bẩn, có thể loại bỏ nhiều loại chất lỏng, chất độc và/hoặc dạng chất gây ô nhiễm khác khi cần.

Các thuốc độc cần được quan tâm đặc biệt bởi vì đây là một vấn đề đang phát sinh do các thuốc đang tích tụ cùng với việc tiêu thụ ngày càng tăng và do đó, việc bài tiết/thải bỏ chúng vào môi trường xung quanh cũng tăng lên.

Nước nhiễm các thuốc là mối đe dọa nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe con người do bản chất có mặt ở mọi nơi của chúng, khả năng tác động lên các hệ thống sinh học không phải đích và có thể gây độc mạn tính ở các liều thấp. Các dược chất này tác động lên sinh vật phù du và sinh vật biển khác ở nồng độ thấp hơn đến 200 lần nồng độ gây ảnh hưởng cho người.

Tương tự, ảnh hưởng đối với các sinh vật đơn bào, như vi khuẩn là ở chỗ các vi khuẩn đích này sẽ trở nên không nhạy đối với các thuốc như thuốc kháng sinh. Điều này làm cho các thuốc trở nên mất tác dụng. Ảnh hưởng đến hệ sinh thái là ở chỗ một số vi sinh vật sẽ trở nên giảm nhạy cảm trong khi một số khác bị tiêu diệt. Do đó, trạng thái cân bằng của hệ sinh thái bị ảnh hưởng.

Các nhà máy xử lý nước thải hiện nay không được thiết kế để loại bỏ các thuốc này; tuy nhiên, một số kỹ thuật mới đã được đề xuất như sử dụng các quy trình oxy hóa để tạo ra các gốc phản ứng và oxy hóa để phân hủy các thuốc. Nhược điểm của các phương pháp này là chúng quá đắt đỏ.

Ví dụ về các thuốc có thể có tác dụng gây độc (xem Luận văn Biodegradation of pharmaceuticals by microorganisms (2008) của Herve Gauthier, Department of Chemical Engineering, McGill University, Montreal) bao gồm các hợp chất dưới đây:

1) Carbamazepine là một hợp chất được phát hiện là có tỷ lệ phân trăm tương đối nhỏ (2%) chưa được chuyển hóa khi đi qua nước tiểu. Tuy nhiên, các sản phẩm chuyển hóa của chúng vẫn có tác dụng chẹn các kênh natri mà cần thiết cho chức năng của tế bào.

2) Sulfamethoxazole kháng sinh là thuốc được kê đơn rộng rãi, có hiệu quả chống lại các vi khuẩn gram âm, khoảng 50% thuốc này vẫn không thay đổi khi được bài tiết ra. Người ta đã phát hiện thấy nước ngầm và các dòng sông ở Hoa Kỳ chứa

sulfametoxazol với nồng độ vài microgam trên một lít, điều này cho thấy nồng độ của chúng đã tăng rất nhanh trong môi trường.

Tuổi thọ và vòng đời của các chất gây ô nhiễm

Dòng nước mưa hoặc các loại nước ô nhiễm khác thường chứa các chất lắng bao gồm các chất gây ô nhiễm gây nguy hại cho môi trường. Ví dụ về các chất gây ô nhiễm bao gồm kim loại nặng (asen, cadimi, crom, cromat, chì và/hoặc thủy ngân), các kim loại thường như sắt cũng gây độc ở nồng độ cao, thuốc trừ sâu, vi khuẩn, vi rút, dầu và chất dinh dưỡng cho các loài mong muốn và/hoặc không mong muốn như tảo xanh lục/*E. coli*, các chất gây ô nhiễm này có thể ở dạng chất độc với môi trường/chất gây ô nhiễm/nguy cơ đối với sức khỏe. Các chất gây ô nhiễm này có thể có tác dụng gây độc tức thì hoặc tác dụng gây độc chậm, chẳng hạn như góp phần gây ra nhiều loại bệnh ung thư khác nhau.

Nhu cầu kiểm soát dòng nước bị nhiễm một chất lắng cụ thể (ví dụ, dầu), có các đặc điểm hóa học và/hoặc độc tính cụ thể trong nhiều trường hợp cũng đã được nêu rộng rãi; tuy nhiên các giải pháp đã đề xuất không có khả năng được huy động và/hoặc được làm cho thích ứng nhanh chóng để hạn chế mức độ nhiễm bẩn. Quá trình lọc thô chất lắng, sau đó, lọc tinh các hóa chất/chất độc, làm đông tụ và kết tủa thường không thực hiện được bằng kỹ thuật lọc thông thường, do các nhu cầu này được chuyên môn hóa cho tình huống cụ thể, và cho tới nay, gần như chưa được chuẩn hóa để giữ lại nước nhiễm bẩn tại nhiều điểm lọc hoặc tại các ranh giới lọc khác nhau, như tại các đi điểm vào của dòng nước mưa. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể thích ứng để thực hiện việc lọc thô có chọn lọc các chất lắng, sau đó lọc tinh có chọn lọc đối với một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cụ thể theo một trình tự xác định.

Các giới hạn vật lý của các phương án tối ưu hóa dòng nước kèm theo việc giữ lại chất lắng

Việc hiểu rõ về cơ chế trao đổi của dòng nước và giữ lại chất lắng là rất khó do thiết bị thu giữ chất lắng, đến nay, chỉ điều chỉnh dòng nước và giữ lại các chất lắng kém, do nơi đặt thiết bị lọc chất lắng thường là ở vị trí để tối ưu hóa việc giữ lại chất lắng đồng thời vẫn bảo đảm là thiết bị không bị rửa trôi theo dòng nước. Các điều kiện ràng buộc vật lý được ấn định lên vị trí đặt thiết bị lọc lắng. Tương tự, việc lọc bị giới hạn vào việc cung cấp thiết bị lọc tiêu chuẩn chỉ thích hợp cho các điều kiện cơ bản

nhất, trái ngược với các nhu cầu của môi trường xung quanh. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể được neo giữ vào cấu trúc móng đỡ để hạn chế nguy cơ bị rửa trôi.

Khó khăn về chi phí

Cho đến nay, một nhược điểm khác của các hệ thống lọc đã biết là chúng quá đắt. Vì vậy, các thiết bị lọc đã biết không chỉ thiếu tính linh hoạt hoặc khả năng mở rộng quy mô để tạo ra giải pháp phù hợp nhất với vấn đề đã nêu, mà chúng còn quá đắt để triển khai. Do đó, cần có giải pháp có hiệu quả hơn về chi phí.

Khó khăn vật lý

Vẫn chưa có nhiều cải tiến đáng kể về lĩnh vực thiết bị lọc chất lắng trong thời gian gần đây. 30 năm trước, phương pháp chuẩn để thực hiện chức năng lọc chất lắng là sử dụng cỏ khô dạng tấm ép làm "rào chắn bùn", sau đó sử dụng bể thấm và/hoặc thùng lắng, ao lắng, là các giải pháp lâu dài và tiết kiệm chi phí được làm từ bê tông và/hoặc chất dẻo. Các hệ thống này đắt tiền và/hoặc khó thích ứng với môi trường thực tế. Hơn nữa, máy móc cần thiết để vận chuyển và lắp đặt hệ thống nêu trên hiện chưa phải là giải pháp linh hoạt và/hoặc có thể triển khai từ xa. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể được vận chuyển và/hoặc lắp đặt dễ dàng hơn.

Tận dụng dòng nước ngập lụt để làm cơ chế phân phối

Khi xảy ra ngập lụt, có thể tận dụng dòng nước cho nhiều mục đích khác nhau. Ví dụ, có thể sử dụng dòng nước sẵn có để đưa vào và phân phối các sản phẩm làm tăng năng suất cho cây trồng. Các sản phẩm làm tăng năng suất cây trồng này bao gồm các chất kích thích sinh trưởng và/hoặc các giá thể chứa vi khuẩn để tăng cường quá trình sinh trưởng của cây trồng nhận các sản phẩm này và/hoặc làm giảm sự phát triển của cỏ dại. Các lợi ích này hiếm khi được tận dụng. Điều này là do hầu hết sản phẩm lọc chất lắng và/hoặc sản phẩm hoạt động nhờ dòng nước là các sản phẩm đã chuẩn hóa để sử dụng được trong các con đường trao đổi nước-chất lắng đã chuẩn hóa có sẵn không bao gồm nhiều cơ chế trao đổi nước-chất lắng theo thời gian thực khác nhau mà phù hợp với nhu cầu và/hoặc (các) mục đích môi trường của từng quá trình thu chất lắng.

Ví dụ, thiết bị lọc chất lắng có cơ chế trao đổi nước-chất lắng dùng cho các dòng nước mưa thông thường, ví dụ, "rào chắn bùn" không cho phép đưa vào một bộ phận lọc mới hoặc chuyên dụng để, ví dụ, loại bỏ các chất độc đối với môi trường, vi khuẩn và/hoặc tảo thường gây nhiễm bẩn nước mưa khi ngập lụt. Vì vậy, cần có thiết bị lọc

chất lắng có thể được sử dụng ở thời điểm thích hợp để bổ sung các chất dinh dưỡng, các vi khuẩn có lợi, các vi khuẩn, v.v., mong muốn cụ thể vào dòng nước để chảy tới vị trí dự định.

Tuổi thọ của thiết bị lọc

Tuổi thọ của thiết bị trao đổi lọc chất lắng phụ thuộc vào dòng nước và mức độ nhiễm các chất lắng, hóa chất và/hoặc chất độc. Nghĩa là, thiết bị lọc chất lắng có thể có tuổi thọ ngắn do chúng bị bão hòa quá mức chất lắng và vì vậy, không còn khả năng thu giữ chất lắng. Điều này có thể khiến cho thiết bị lọc trở thành thiết bị chặn dòng nước chứ không phải là thiết bị lọc. Vì vậy, cần có thiết bị lọc chất lắng có thể điều chỉnh được về độ bão hòa chất lắng nhờ đó duy trì tác dụng khử bẩn và/hoặc loại bỏ chất lắng và/hoặc không cản trở dòng nước.

Tuổi thọ và vòng đời của các chất gây ô nhiễm

Trong lịch sử, hệ thống trao đổi chất lắng-nước không có tính linh hoạt do quá trình giữ lại chất lắng:

1. hoạt động theo nhiều yêu cầu xác định trước;
2. ít khi được cập nhật khi các yêu cầu đối với việc thu giữ chất lắng thay đổi;
3. có khả năng giữ lại chất lắng bị hạn chế hoặc không ổn định do bị tắc nghẽn; và/hoặc
4. không thể điều chỉnh được để lắp đặt ở tất cả các đường trao đổi dòng nước khi các dòng nước này xuất hiện do mức ngập lụt thay đổi.

Ví dụ, các hệ thống trao đổi chất lắng-nước hiện có không thể định hướng lại dòng nước để hướng phần nước chứa chất lắng chảy ra khỏi cống thoát nước mưa, hoặc để duy trì quá trình lọc thích hợp khi nước đi vào cống thoát nước mưa khi dòng nước thay đổi mạnh, ví dụ, khi ngập lụt.

Tính không linh hoạt nêu trên thường dẫn đến khả năng giữ lại chất lắng kém do không phải tất cả nước chứa chất lắng đều được lọc. Do đó, các điểm hoặc ranh giới lọc nước mưa không thể thích ứng với nhiều nhu cầu khác nhau.

Do đó, thiết bị lọc khó thực hiện chức năng lọc chính của chúng một cách năng suất và hiệu quả khi lọc chất lắng. Do đó, các tài nguyên của thiết bị lọc đang được sử dụng quá mức hoặc chưa thích hợp do không thể thích ứng hoặc điều chỉnh linh hoạt để đáp ứng các điều kiện lọc thay đổi.

Nhiều hệ thống và phương pháp khác nhau đã được phát triển nhằm hỗ trợ chức năng của thiết bị lọc. Các hệ thống và phương pháp này tập trung chủ yếu vào khả năng giữ lại chất lắng từ một thể tích nước nhiễm bẩn. Các hệ thống này tập trung đạt được mục tiêu này mà quan tâm đến sự thay đổi của môi trường giữ lại chất lắng. Ví dụ, thiết bị, hệ thống và phương pháp lọc chất lắng đã biết bao gồm như sau:

WO 2001 002304 A1 mô tả phương pháp trao đổi chất lắng-nước sử dụng nền cát và buồng lắng làm phương tiện hỗ trợ việc trao đổi nước mưa chảy vào nhiều lỗ xuyên qua thành bên của buồng lắng. Việc loại bỏ chất độc đối với môi trường bao gồm việc sử dụng hợp chất đông tụ để oxy hóa và làm đông tụ các chất độc đã xác định mà được vùi vào bề mặt phân cách thu giữ chất lắng là nền cát. Tuy nhiên, hệ thống được mô tả trong WO 2001 002304 có nhược điểm là nó phụ thuộc vào buồng lắng có dung tích hạn chế (cấu trúc đúc sẵn) và vì vậy, hệ thống này bị hạn chế về khả năng đối phó với, ví dụ, tình trạng ngập lụt.

WO 1995 021798 A1 đề xuất bể chế tạo sẵn để xử lý nước mưa bằng cách sử dụng phương pháp tách dầu và mỡ và lọc ra khỏi dòng đi vào; tuy nhiên, không có lớp phân cách để thu giữ các đích cần lọc mới phù hợp với nhu cầu thay đổi của môi trường do bể này có cấu trúc thống nhất với chức năng dự kiến đã được chế tạo từ trước.

US 2003 0220884 A1 đề xuất hệ thống và phương pháp để trao đổi khử bẩn, được thực hiện bằng công thoát nước mưa và/hoặc hệ thống làm sạch đường nước, trong đó sự trao đổi dòng nước cần thu chất lắng và/hoặc các hệ thống khử bẩn trực tiếp có thể được thực hiện; tuy nhiên, các sản phẩm được đề xuất không thể phù hợp với (các) yêu cầu thu giữ chất lắng cụ thể.

US 7101115 B2 đề cập đến hệ thống khử bẩn cho phép trao đổi chất gây ô nhiễm hữu cơ kỵ nước (hydrophobic organic contaminant: HOC) có tính khả dụng sinh học, để làm giảm sự giải phóng HOC vào nước hoặc bị các hệ sinh vật hấp thụ, do đó làm giảm mức độ tiếp xúc của chúng với môi trường.

WO2002100944 đề cập đến thiết bị lọc và/hoặc làm lắng chất lắng sử dụng vải lọc được đặt trên một khung đỡ để thực hiện việc lọc chất lắng.

Nhược điểm của các hệ thống nêu trên là mặc dù chúng đưa ra cách thức thực hiện việc trao đổi nước-chất lắng để áp dụng dọc theo nguồn nước chẳng hạn, chúng không hỗ trợ quá trình thu giữ chất lắng khi dòng nước chảy mạnh, và nhược điểm khác là khi lắp đặt thiết bị lọc chất lắng này độc lập, thiết bị này có thể bị cuốn trôi vì vậy

dòng nước sẽ chỉ được định hướng lại quanh thiết bị lọc chất lắng này, vì vậy làm cho thiết bị này không sử dụng được nữa do đó mục đích trở thành giải pháp hiệu quả của thiết bị đã không đạt được.

Do đó, sẽ hữu ích nếu có một thiết bị lọc chất lắng để hỗ trợ cho quá trình trao đổi chất lắng-nước tại các vị trí được đề xuất cụ thể và/hoặc tại các bước khử bẩn sao cho quá trình lọc được tối ưu hóa.

Cũng sẽ rất có lợi nếu có một thiết bị lọc chất lắng để hỗ trợ dòng nước theo cách có thể điều chỉnh theo nhu cầu môi trường.

Cũng sẽ rất là hữu ích khi tạo ra thiết bị, hệ thống và phương pháp lọc chất lắng để hỗ trợ cho quá trình thu giữ chất lắng đồng thời duy trì dòng nước dựa trên yêu cầu trao đổi giữa dòng nước và khả năng thu chất lắng ở một hoặc nhiều vị trí đề xuất dọc theo nguồn nước.

Mục đích của sáng chế là tìm cách khắc phục hoặc giảm đáng kể, ít nhất là một số nhược điểm của các giải pháp kỹ thuật đã biết hoặc ít nhất là đề xuất một phương pháp thay thế hữu dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống khử bẩn cho chất lỏng. Thiết bị, phương pháp và hệ thống khử bẩn cho chất lỏng này bao gồm môi trường lọc phản ứng (reactive filter media) viết tắt là RFM, theo một phương án khác của sáng chế tốt hơn nếu môi trường này được gắn vào trong một thiết bị gọi là “túi nhiều khoang gắn môi trường lọc phản ứng” (reactive filter media attachment compartment sock: RACS) có các dấu hiệu kỹ thuật dưới đây:

1. Môi trường lọc phản ứng (RFM) có cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế (design mix configuration: DMC) được thiết kế để khử bẩn cho chất lỏng bị ô nhiễm như dòng nước mưa/dòng chảy mặt/nước là phụ phẩm công nghiệp, cụ thể hoặc theo nghĩa rộng, tùy thuộc vào yêu cầu khử bẩn, tốt hơn là có một hoặc nhiều đặc điểm kỹ thuật dưới đây để đáp ứng yêu cầu về điều kiện môi trường:

2. Một hoặc nhiều phụ kiện được gắn trên mặt ngoài của túi, bao, kiện lọc và/hoặc túi lọc (sau đây gọi là túi). Một hoặc nhiều phụ kiện gắn cho phép (các) túi được gắn với nhau, được mang đến địa điểm một cách dễ dàng, và/hoặc túi được cố định vật lý vào cấu trúc đỡ (như đất). Điều này làm cho túi không bị trôi theo

dòng nước nhiễm bẩn. Theo cách khác hoặc ngoài ra, nhiều phụ kiện gắn có thể ở dạng quai gắn trên nhiều túi mà có thể được sắp thẳng hàng nhờ đó các quai gắn được sắp thẳng hàng có thể nhận cột trụ, cọc hình sao, cọc cố định hoặc loại tương tự (được làm từ kim loại, sợi cacbon, granphen hoặc vật liệu bền thích hợp khác). Điều này cho phép nhiều túi được ghép-tách được theo từng hàng;

3. (Các) khoang để chứa các chi tiết dễ tháo lắp và thay thế (cụ thể là, môi trường lọc phản ứng dùng để lọc tinh) trong túi có thể ở dạng túi, bao, kiện lọc và/hoặc túi lọc trừ khi có quy định khác. Khi có hai khoang bên trong túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc thì túi này được gọi là túi đôi, dạng túi này được chọn để xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học chất lỏng nhiễm bẩn theo kiểu từng bước, trong đó khoang thứ nhất chứa môi trường lọc phản ứng dùng để lọc tinh, ví dụ, chất gây ô nhiễm X, tiếp theo là khoang thứ hai chứa môi trường lọc phản ứng khác dùng để lọc tinh chất gây ô nhiễm Y. Dây các khoang này có thể tăng lên về số lượng để đáp ứng số lượng bước cần để khử bản chất lỏng nhiễm bẩn. Khoang này có thể được đóng kín và mở ra được để chứa bộ phận lọc tinh đã được lắp vào trong thời gian hoạt động. Tùy theo các trường hợp cụ thể, bộ phận (môi trường lọc phản ứng) được đặt trong khoang có thể được đóng gói lỏng hoặc chặt. Độ cứng cấu trúc của toàn bộ RACS thu được bằng cách đóng các bộ phận vào từng túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc và độ cứng này có thể thay đổi ở các điểm khác nhau trong "khung". Điều này cho phép RACS nằm dọc theo các bề mặt không đều và uốn cong khi cần. Khi có hai khoang bên trong một túi, túi này được gọi là túi đôi; và/hoặc

4. Túi (bao gồm túi, bao, kiện lọc và/hoặc túi lọc) tạo thành vỏ ngoài, do đó thiết bị lọc chất lỏng bao gồm cấu trúc túi ngoài. Vỏ ngoài này có chức năng lọc thô chất lỏng khi nước nhiễm bẩn chảy qua túi. Túi có diện tích bề mặt tiếp xúc lớn hơn so với các thiết bị kiểm soát chất lỏng đã biết; do đó làm giảm khả năng dòng chảy tạo thành các dòng nhỏ bên dưới thiết bị này và/hoặc tạo thành các kênh mang chất lỏng chưa lọc. Bên trong túi là môi trường lọc phản ứng có thể lắp vào được và thay thế được. Môi trường lọc phản ứng này sẽ lọc tinh khi nước nhiễm bẩn chảy qua khoang bên trong của túi hình ống trong trường hợp là túi hoặc bao. Túi có nhiều dạng khác nhau lọc nước nhiễm bẩn ở mức độ lọc thô và lọc tinh. Các túi "có thể xếp chồng" theo nhiều hướng và có ưu điểm là có khả năng xếp chồng để tạo ra "khung" (cấu trúc vật lý). Khung này định hướng dòng nước do các túi thường được đặt vuông góc hoặc tiếp tuyến với dòng chảy tràn thành từng lớp để kiểm soát xói mòn và giữ chất lỏng trong

các vùng xáo trộn. Sự khác biệt giữa túi, bao và kiện lọc hoặc túi lọc là ở chỗ các kiện lọc và túi lọc có cấu trúc khung cứng hơn để cho phép nó lọc được các dòng chất lỏng có mức độ nhiễm bẩn cao hơn.

Các túi lọc không có khung cứng nhưng thường chứa bên trong một thiết bị có khung cứng ví dụ, bộ phận lọc phản ứng. Túi lọc thường không có hình ống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế đề xuất hệ thống, thiết bị và phương pháp lọc chất lỏng mới hoặc thay thế được gọi là RACS để giúp lọc, khử bẩn và/hoặc cải tạo dòng nước tại các điểm lọc được bố trí phù hợp.

Để hiểu rõ hơn sáng chế và cách thức thực hiện nó, các phương án ưu tiên sẽ được mô tả bằng ví dụ không nhằm giới hạn sáng chế, tham chiếu các hình vẽ và ví dụ kèm theo.

Fig.1 là RACS được lấy làm ví dụ theo một phương án khác của sáng chế.

Fig.2 là RACS được lấy làm ví dụ theo một phương án thay thế của sáng chế.

Fig.3 là đường cong cỡ hạt được lấy làm ví dụ đối với nhiều môi trường lọc phản ứng (RFM) khác nhau được chọn theo phương án của sáng chế.

Fig.4A là đường cong thời gian mưa-dòng chảy tràn được lấy làm ví dụ đối với RACS được chọn so với khi không có RACS theo phương án của sáng chế.

Fig.4B là bảng ví dụ đối với RACS được chọn thể hiện mức độ giảm của dòng chảy và chất gây ô nhiễm đi vào cống thoát nước so với khi không có RACS theo phương án của sáng chế.

Fig.5A là đồ thị cải thiện chất lượng nước được lấy làm ví dụ đối với RACS được chọn để lọc các kim loại Zn, Pb và Cu thể hiện dòng vào và dòng ra theo phương án của sáng chế.

Fig.5B là đồ thị cải thiện chất lượng nước được lấy làm ví dụ đối với RACS được chọn để lọc N, P và PAH thể hiện dòng vào và dòng ra theo phương án của sáng chế.

Fig.6 là vật liệu làm túi của RACS được lấy làm ví dụ và công cụ mô hình hóa môi trường để phát hiện tốc độ lọc so với kích cỡ bằng cách sử dụng hệ thống thiết kế bằng máy tính để thiết kế môi trường lọc phản ứng thiết kế riêng theo nhu cầu trong một phương án của sáng chế.

Fig.7 là công cụ ứng dụng RACS được lấy làm ví dụ để so sánh các ứng dụng thay thế và yêu cầu/ứng dụng phụ có thể có theo phương án của sáng chế.

Fig.8A là chuỗi xử lý được lấy làm ví dụ được tạo ra bởi môđun thiết kế RFM bằng máy tính thể hiện con đường tối ưu để đặt RACS không có mặt môi trường lọc phản ứng (RFM) theo phương án của sáng chế.

Fig.8B là chuỗi xử lý được lấy làm ví dụ được tạo ra bởi môđun thiết kế RFM bằng máy tính thể hiện con đường tối ưu để đặt RACS chứa RFM đối lập với việc không có RFM theo phương án của sáng chế.

Bảng 1 là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện cơ chế loại bỏ chất gây ô nhiễm đối với các chất gây ô nhiễm cụ thể được chọn khi đi qua RACS xác định theo phương án của sáng chế.

Bảng 2 là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện khả năng loại bỏ chất gây ô nhiễm có trong RACS xác định đối với các tiêu chuẩn lọc cụ thể theo phương án của sáng chế.

Bảng 3 là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện môi trường lọc phản ứng khi được mô hình hóa bởi các thuộc tính hoạt động có trong RACS xác định đối với các tiêu chuẩn lọc cụ thể theo phương án của sáng chế.

Bảng 4A là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện các thông số đặc trưng của từng môi trường lọc phản ứng như được mô hình hóa bằng các đặc trưng giới hạn hoạt động cho trước có trong RACS xác định đối với các tiêu chuẩn lọc cụ thể theo phương án của sáng chế.

Bảng 4B là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện từng môi trường lọc phản ứng được sử dụng để mô tả hiệu quả loại bỏ bằng các biến số cụ thể khi có trong RACS xác định đối với các tiêu chuẩn lọc cụ thể theo phương án của sáng chế.

Bảng 5A là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện sự thay đổi tỷ lệ phần trăm của nồng độ loại bỏ chất gây ô nhiễm bằng cách sử dụng năm mẫu có cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế (được gắn nhãn là DMC) theo phương án của sáng chế.

Bảng 5B là bảng được lấy làm ví dụ được tạo ra bởi môđun thiết kế RFM bằng máy tính thể hiện sự giảm theo tỷ lệ phần trăm khi có RFM so với khi không có RFM theo phương án của sáng chế.

Bảng 6 là bảng được lấy làm ví dụ thể hiện các đích của môi trường lọc phản ứng có các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế khi được nhắm đến để xử lý/loại bỏ và/hoặc được nuôi cấy với các vi khuẩn và/hoặc nấm theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các định nghĩa

Chất lỏng và/hoặc chất gây ô nhiễm được sử dụng trong sáng chế này thường bao gồm bùn, chất rắn lơ lửng, chất rắn hòa tan, chất gây ô nhiễm, chất lỏng hòa tan và dạng hạt, chất gây ô nhiễm và/hoặc sự nhiễm các chất không mong muốn bao gồm dầu, hợp chất độc, kim loại, chất dinh dưỡng, tảo, vi khuẩn, hóa chất, thuốc và v.v., trừ khi có quy định khác khi đề cập đến một đối tượng cụ thể.

Túi được sử dụng trong sáng chế này thường bao gồm các túi, bao, túi lọc, kiện lọc, túi lọc và/hoặc bộ phận lọc phản ứng trừ khi có quy định cụ thể khác.

Các dấu hiệu của sáng chế được mô tả dưới các tiêu đề sau đây:

Mô tả chi tiết phương án ưu tiên

Theo phương án ưu tiên, hệ thống, phương pháp và thiết bị RACS chứa môi trường lọc phản ứng (RFM) có cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế được thiết kế chọn lọc và chuyên dụng để lọc hóa học, vật lý và/hoặc sinh học để loại bỏ các chất gây ô nhiễm được chọn cụ thể khi chất lỏng ô nhiễm đi qua RFM.

Thiết kế và lựa chọn môi trường lọc phản ứng

RFM, khi được thiết kế, xử lý kỹ thuật, sản xuất và cung cấp chọn lọc để khử bản cho chất lỏng bị ô nhiễm cụ thể hoặc nói chung sẽ ở dạng RFM được thiết kế chọn lọc để xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học chất gây ô nhiễm đã chọn cụ thể, hoặc nói chung là nhiều loại chất gây ô nhiễm, trong chất lỏng nhiễm bẩn đi qua RFM. Chất lỏng nhiễm bẩn này trước đó có thể đã được phân tích để xác định khả năng có mặt của chất gây ô nhiễm cụ thể hoặc của nhiều chất gây ô nhiễm liên quan.

Ví dụ, cadimi có thể được biết là chắc chắn có trong môi trường chất thải công nghiệp do nó là một trong số các thành phần chính được sử dụng trong kỹ thuật hàn và kỹ thuật mạ điện.

Cadimi là một chất độc, gây ung thư và gây quái thai và có khả năng tích tụ trong cơ thể; vì vậy việc loại bỏ cadimi ra khỏi chất lỏng nhiễm bẩn tại các khu công nghiệp bị ngập lụt là điều quan trọng.

RFM có thể được thiết kế chuyên dụng để chứa các hợp chất trao đổi với cadimi như canxi ở dạng canxi cacbonat và các sản phẩm được canxi hóa khác. Thành phần được đưa vào RFM được thiết kế để tạo ra bề mặt phản ứng mà chất lỏng nhiễm bẩn có thể đi qua đó, nhờ đó có thể trao đổi cadimi với canxi trong hợp chất hóa học bất kỳ có

trong đó, nhờ đó loại bỏ cadimi khỏi chất lỏng. Tương tự, các muối như sắt (II) và/hoặc sắt (III) oxit/clorua cũng được sử dụng để loại bỏ các kim loại có tính gây độc cao hơn.

Được hiểu rõ bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này là chất lỏng nhiễm bẩn hiểm khi chứa các chất gây ô nhiễm chỉ ở dạng muối đơn giản. Ví dụ, chất ô nhiễm là kim loại nặng có thể ở dạng nhiều loại hợp chất khác nhau, bao gồm dạng vô cơ và dạng hữu cơ, vì vậy, ví dụ, các cation hóa trị hai có thể có nhiều dạng.

Bảng 1 thể hiện nhiều vấn đề cần tính đến khi thiết kế và lựa chọn RFM để lọc một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm. Bảng 2 thể hiện một loạt RFM, được đề cập đến như là vật liệu trong bảng 1, được thiết kế để có chức năng duy nhất là thu giữ các ion và chất gây ô nhiễm cụ thể ở tỷ lệ miligam trên một lít.

Khi được thiết kế chuyên dụng, RFM có thể được sử dụng dưới dạng kết hợp nhiều thành phần đã chọn để đạt được nhiều mục đích cụ thể. Ví dụ, bảng 3 thể hiện nhiều RFM có các DMC khác nhau, do đó một hoặc nhiều RFM được thiết kế cho các yêu cầu hoạt động cụ thể như khả năng loại bỏ chất gây ô nhiễm, tuổi thọ, độ dẫn thủy lực và độ nén chặt. Các tiêu chuẩn này được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2.

Việc lọc bằng RFM có DMC chuyên dụng có thể khử bản cho chất lỏng nhiễm bẩn bằng các quy trình hóa học, vật lý và sinh học đặc biệt được tạo ra để hoạt động nhờ thiết kế của RFM. Các phương pháp khử bản của RFM bao gồm các phương pháp được thể hiện trong bảng 1 là các phương pháp, ví dụ như:

1. Hút thấm, trong đó sử dụng quy trình vật lý và hóa học để gắn một chất vào một chất khác;
2. Trao đổi ion;
3. Kết tủa;
4. Làm bay hơi;
5. Phân hủy sinh học bằng vi khuẩn;
6. Xử lý ô nhiễm bằng thực vật sống.

(Các) RFM cũng được thiết kế và lựa chọn để làm giảm đến mức tối thiểu các nguy cơ gây ô nhiễm môi trường liên quan đến quá trình lọc chất lỏng nhiễm bẩn bằng cách loại bỏ các chất gây ô nhiễm một cách hợp lý và hiệu quả. Các RFM có thể được lắp đặt tại chỗ hoặc được vận chuyển với RACS (được mô tả dưới đây như một phương án khác) khi phương tiện chứa có thể lắp đặt ngay.

Cơ chế hoạt động được lấy làm ví dụ của RFM

Môi trường lọc phản ứng có nhiều cơ chế hoạt động khác nhau bao gồm cơ chế khử tạp chất là kim loại như được mô tả ở trên. Mở rộng ví dụ trên đây về cadimi trong môi trường đất công nghiệp:

Cadimi trong môi trường nêu trên có thể ở dạng cadimi clorua (CdCl_2), metyl cadimi (CH_3CdMH_3), ở dạng ion hóa của nó Cd^{2+} và/hoặc dạng kim loại của nó do sự có mặt các chất gây ô nhiễm khác trong chất lỏng. Vì vậy, điều quan trọng là phải thu cadimi bằng nhiều phương pháp khác nhau bao gồm trao đổi ion, tạo chelat, kết tủa, lọc, keo tụ sử dụng chất làm trong thích hợp và/hoặc hấp thụ/hấp phụ (loại bỏ chất tan chưa bão hòa nếu các chất tan này là chất gây ô nhiễm) ra khỏi chất lỏng nhiễm bẩn.

(Các) RFM cần được thiết kế và sản xuất để lọc được các loại tạp chất cụ thể trong các môi trường cụ thể, bao gồm các RACS chứa (các) RFM được thiết kế để sử dụng cho đất công nghiệp, các RACS chứa môi trường thân thiện với sinh thái dùng cho vườn cảnh, các RACS dùng làm tường chắn, vườn trên mái (tổng khối lượng có thể là thông số rất quan trọng trong các môi trường này và do đó RFM có khối lượng thấp hơn sẽ được chọn), sân chơi thể thao và bể thấm nước tự hoại, được thiết kế để chứa môi trường sinh hóa chảy tự do để xử lý dòng thải ra và chất lỏng từ ống thoát nước bằng phương pháp vật lý, hóa học và/hoặc sinh học. Bể thấm nước tự hoại cải tạo sinh học bằng RFM tích tụ chất độc có trong dòng nước. Sau đó, chất lỏng này có thể đi qua hệ thống ô công thoát nước của RFM để tái sử dụng.

RFM được chọn để lắp vào một hoặc nhiều khoang của túi để cho phép RACS hoạt động như một hệ thống lọc để xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học và tái sử dụng dòng nước mưa. Việc lựa chọn môi trường lọc để xử lý bằng phương pháp vật lý, hóa học và/hoặc sinh học chuyên dụng nước mưa ô nhiễm để:

1. loại bỏ các chất gây ô nhiễm;
2. tái sử dụng chất lỏng như nước;
3. cho phép thu lấy các chất dinh dưỡng và/hoặc
4. cho phép chất lỏng đã khử bẩn xả an toàn vào đường nước.

Các hoạt động nêu trên được điều chỉnh thông qua việc chọn một hoặc nhiều RACS, cấu tạo của (các) RACS và/hoặc việc chọn môi trường lọc chứa RFM (RFM) được thiết kế theo các điều kiện môi trường cụ thể.

Các vật liệu thành phần của môi trường lọc phản ứng

Thông thường, RFM được tạo ra từ các vật liệu thành phần được lấy làm ví dụ dưới đây;

tuy nhiên, RFM không bị giới hạn ở các thành phần này.

Thành phần dựa trên cacbon:

1. Mùn cưa
2. Than xơ dừa
3. Than sinh học
4. Than vỏ cây
5. Bột cây/gỗ
6. Tro
7. Than củi
8. Đất

Chất kết tụ:

1. Cát mịn
2. Cát cỡ hạt trung bình
3. Cát đúc
4. Bụi bazan
5. Hạt thủy tinh mịn
6. Zeolit (thời gian phản ứng nhanh, để thu lấy các chất dinh dưỡng)
7. CaCO₂ (miếng OMYA Marble "000")
8. Đá bọt
9. Các chất kết tụ khác: (sắt hóa trị không)
10. Đất sét bền (ví dụ, bentonit v.v.)

Vật liệu để chũm:

1. Xử lý vi khuẩn
2. Xử lý hydrocacbon

Các tiêu chuẩn phản ứng của môi trường lọc phản ứng

RFM được chọn để thu giữ và/hoặc trao đổi các chất gây ô nhiễm chứa trong chất lỏng đi qua nó. Chức năng loại bỏ chất gây ô nhiễm của RFM có thể được thực hiện bằng cách lọc, tạo chelat, hấp thụ, keo tụ (các chất keo tách khỏi huyền phù là chất kết tủa ở dạng băng nổi hoặc bông), trao đổi/hoặc bằng nhiều phương pháp khác được mô tả dưới đây và/hoặc đã biết đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này.

Sàng lọc để lựa chọn môi trường lọc phản ứng thích hợp nhất

Một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cần lọc bỏ có thể được chọn, từ RFM và/hoặc được chọn trực tiếp từ chất lỏng nhiễm bẩn, bằng cách sàng lọc dòng chất lỏng nhiễm bẩn chứa các chất gây ô nhiễm đã được lấy mẫu.

Ban đầu, RFM phổ rộng có thể được sử dụng và được phân tích về các chất gây ô nhiễm có mặt cho đến khi một RFM chuyên dụng hơn được đề xuất sau khi phân tích. Việc phân tích này được thực hiện để chọn ra một RFM có sẵn phù hợp nhất để khử bẩn cho chất lỏng bị nhiễm bẩn. Nghĩa là, RFM được chọn để khử bẩn dựa trên các tiêu chuẩn bao gồm các chất gây ô nhiễm có mặt (photpho, nitơ, chất rắn lơ lửng và/hoặc chất gây ô nhiễm nói chung), lưu lượng và các đặc điểm nhiễm bẩn khác được thể hiện trên Fig.4. Việc khử bẩn bằng RFM là để loại bỏ các chất gây ô nhiễm đến một mức giới hạn chấp nhận được, tùy thuộc vào các tiêu chuẩn môi trường được yêu cầu và/hoặc mức ưu tiên cho việc khử bẩn tiếp theo.

Phương pháp chọn RFM phù hợp với các chất gây ô nhiễm cần loại bỏ cho phép định lượng và loại bỏ hướng đích chọn lọc các chất gây ô nhiễm theo mức ưu tiên xác định trước, từ các chất gây ô nhiễm nguy hiểm nhất đến ít nguy hiểm nhất nếu cần. Điều này có thể còn bao gồm việc sử dụng một số môi trường lọc phản ứng nối tiếp và/hoặc song song như sẽ được mô tả tiếp dưới đây.

Việc phân tích ở trên cho phép chọn một hoặc nhiều RFM nhờ bề mặt phản ứng, khả năng hấp thụ và/hoặc thành phần của chúng sẽ loại bỏ các chất gây ô nhiễm cụ thể.

Thiết kế và lựa chọn môi trường lọc phản ứng bằng máy tính

Đặc trưng, tính chất và/hoặc tuổi thọ của các RFM sẽ được định lượng và định tính bằng dữ liệu về hiệu quả của mỗi RFM đối với một chất gây ô nhiễm cụ thể cần loại bỏ trong một môi trường xác định. Bảng 2 thể hiện hoạt tính của một RFM chuyên dụng khi tiếp xúc với nước thải được xử lý thứ cấp (secondary treated effluent: STE). Việc loại bỏ nitơ và photpho ở các dạng khác nhau của chúng cũng như loại bỏ các kim loại, chất rắn và thành phần khác đến một mức giới hạn có ý nghĩa cho phép mô tả RFM ở dạng chuỗi hoạt động được mã hóa.

Khi tập hợp các hoạt động của RFM đủ lớn đã được mã hóa, thuật toán mô tả hoạt động của RFM có thể được tạo ra để khử bẩn trong một hoặc nhiều môi trường xác định. Dữ liệu và thuật toán đi kèm này có thể được sử dụng tiếp bởi một mô đun thiết kế RFM trên máy tính, mô đun này sau đó có thể thực hiện phân tích thực tế, mô

hình hóa và dự báo về mức độ phù hợp của một hoặc nhiều RFM để sử dụng trong một môi trường cụ thể.

Quy trình này tạo ra mô hình hoạt động hiện tại và dự báo để thiết kế các RFM khác theo DMC. Các DMC của RFM này được thiết kế để thực hiện chức năng khử bản cụ thể và để thỏa mãn các giới hạn hoạt động cụ thể khi được sử dụng cho chất lỏng nhiễm bẩn trong một hoặc nhiều môi trường xác định theo bộ tiêu chuẩn bao gồm chất gây ô nhiễm đích bên trong và/hoặc yếu tố đánh giá bên ngoài bao gồm khả năng có sẵn, giá thành, mức độ phù hợp với môi trường, khả năng phân hủy hoặc các vấn đề khác có thể xảy ra khi lựa chọn các RFM.

Một hoặc nhiều RFM có thể được chọn từ danh mục các RFM được đặc trưng bởi tính chất vật lý/hóa học/sinh học của chúng và hiệu quả hoạt động có liên quan khi khử bản các chất lỏng trong các môi trường cụ thể và/hoặc môi trường giả định, nhờ đó các RFM thích hợp là sẵn có khi, ví dụ, trận lụt lớn nhất trong 100 năm xảy ra.

Môđun thiết kế RFM trên máy tính cũng có thể hỗ trợ việc chọn RFM theo các đặc điểm được ưu tiên hơn của RFM như được thể hiện trên Fig.6, để xử lý chất lỏng nhiễm bẩn trong điều kiện xác định như được thể hiện trên Fig.7 và/hoặc được mô hình hóa, như được thể hiện trên Fig.8.

Theo một phương án khác, DMC của RFM và việc sản xuất nó có thể hướng đến một số chất gây ô nhiễm cụ thể bằng cách sử dụng môđun thiết kế RFM bằng máy tính. Môđun này phân tích một hoặc nhiều tiêu chuẩn sau đây:

1. các chất gây ô nhiễm có trong chất lỏng (hoặc như kịch bản được mô hình hóa); và
2. đặc điểm và tính chất của:
 - a. các RFM sẵn có, nhờ đó RFM sẵn có thích hợp nhất sẽ phù hợp với các yêu cầu xử lý ; và/hoặc
 - b. các thiết kế để sản xuất RFM chuyên dụng để thực hiện một chức năng khử bản cụ thể.

Đặc điểm của thiết kế RFM được chọn bằng môđun thiết kế RFM bao gồm, ví dụ, các đặc điểm dưới đây:

- 1) Độ dẫn thủy lực bão hòa trong đó, ví dụ, độ bão hòa riêng có thể được xác định như 133mm/giờ hoặc theo cách khác, một khoảng trị số có thể được xác định, ví dụ, từ 70mm/giờ đến 180mm/giờ,

2) Tổng hàm lượng nitơ (total nitrogen: TN) của RFM, ví dụ, < 220mg/kg (lưu ý: trong trường hợp cụ thể này, TN >400mg/kg được ghi lại bằng các kỹ thuật bao gồm TN được lọc vào nút chứa);

3) Tỷ lệ vật liệu hữu cơ có thể được xác định, như <5%; 4) Hàm lượng orthophotphat của môi trường lọc, ví dụ, <55mg/kg; và

5) Độ xốp của môi trường, ví dụ, = 0,4 (hoặc trong một khoảng xác định từ 0,3 đến 0,4). Các tiêu chuẩn này có thể đọc được từ danh mục các thông số đặc trưng của RFM như các thông số nằm trong bảng 4A, bảng này còn bộc lộ phương pháp thử nghiệm cho các đặc trưng này. Tương tự, bảng 4A còn bộc lộ cấu tạo của RFM là RFM hữu cơ, RFM khoáng và RFM có cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế là dạng kết hợp của RFM hữu cơ, khoáng và/hoặc các loại RFM khác.

Các đặc trưng thiết kế RFM được chọn bởi mô đun thiết kế RFM cũng có thể cho phép đạt được kết quả mong muốn cụ thể. Các biến số hoạt động của RFM chuyên dụng được thể hiện trong bảng 4B.

Mô tả vật liệu RFM

Mô tả vật liệu RFM điển hình bao gồm các dữ liệu dưới đây:

1. Độ pH
 2. Phân loại kích thước hạt, bao gồm kích thước lỗ sàng chuẩn của khối kết tụ nằm trong khoảng từ 0,01 đến 10 mm
 3. CeC
 4. Độ xốp
 5. EC
 6. Độ phân tán (lớp Emerson)
 7. Phân tích hóa học
 8. Độ chín muối
 9. Quần thể vi sinh vật (vi khuẩn/nấm)
 10. Cacbon - bền, không bền hoặc lignin, xenluloza
 11. Phân tích CHN -
 12. Tỷ lệ C:N
 13. Mật độ khối
 14. Khả năng giữ nước
- Việc phân tích chất lỏng nhiễm bẩn bao gồm phân tích chất gây ô nhiễm là:

1. Dạng hạt
2. Bị hòa tan
3. Dễ tan

Phân tích RFM để loại bỏ chất gây ô nhiễm trong chất lỏng nhiễm bẩn được thực hiện đối với hàm lượng của anolyt và catolyt có mặt, bao gồm các thông số dưới đây:

1. BOD (hoặc CBOD5)
2. TK (NH₄ & NO₃)
3. TP (dạng hạt, được hòa tan, dễ tan)
4. E. coli
5. Độ pH
6. EC
7. TSS
8. Kim loại
9. Hydrocacbon
10. Btex.

Các thử nghiệm nêu trên cho phép loại bỏ các chất gây ô nhiễm đã biết và chưa biết chứa trong các chất lỏng nhiễm bẩn chảy qua, ví dụ, đất công nghiệp. Các trường hợp này thường liên quan đến khử bẩn bằng phương pháp vật lý, hóa học và/hoặc sinh học khẩn cấp. Ở đây, thường cần đến RFM chuyên dụng nếu, ví dụ, chất lỏng nhiễm bẩn chứa kim loại độc.

Cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế của môi trường lọc phản ứng theo các tác động mong muốn

Các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế của môi trường lọc phản ứng, như năm DMC trong bảng 3, ví dụ, có thể đáp ứng yêu cầu làm giảm chất gây ô nhiễm mong muốn của STE trong điều kiện môi trường xác định có các thông số dưới đây:

1. Tổng hàm lượng chất rắn lơ lửng (total suspended solid: TSS) là 80%,
2. Tổng hàm lượng photphat (total phosphate: TP) là 60%, và
3. Tổng hàm lượng nitơ (TN) là 45%.

Môđun thiết kế RFM có thể còn xác định được các dấu hiệu loại bỏ chất gây ô nhiễm trên mỗi met khối chất lỏng nhiễm bẩn:

1. Tổng hàm lượng nitơ (TN): 240mg/kg 240mg/kg
2. Hàm lượng orthophotphat: 33 mg/kg

3. Độ dẫn thủy lực bão hòa: 70mm đến 180mm/giờ
4. Tỷ lệ chất hữu cơ: nhỏ hơn 5% khối lượng
5. Mức độ rỗng được nạp đầy không khí: 0,3 đến 0,4
6. Tổng lượng chất rắn lơ lửng giảm (TSS): 83%

Theo một khía cạnh của phương án nêu trên của sáng chế, kết quả của phân tích về chất gây ô nhiễm thu thập được, như chất ô nhiễm gây độc và/hoặc vi khuẩn, sẽ được xử lý để tạo ra một loạt RFM được sử dụng trong quy trình khử bẩn theo từng bước, tùy thuộc vào mức độ ưu tiên của các chất gây ô nhiễm nguy hiểm nhất cần phải loại bỏ.

Nghĩa là, mỗi chất gây ô nhiễm có thể có một mức độ gây hại, do đó khi bị phát hiện và xếp hạng bằng cách sử dụng phân tích đo lường mức độ nguy hại của chất gây ô nhiễm, ban đầu môđun thiết kế RFM sẽ tạo ra một hoặc nhiều RFM để khử bẩn (các) chất ô nhiễm có hại nhất như đã xác định mức ưu tiên bằng cách sử dụng môđun thiết kế RFM. Trước tiên môđun thiết kế RFM sẽ tìm cách loại bỏ tất cả các chất gây ô nhiễm trong trình tự một bước đầu tiên. Tuy nhiên, nếu điều này là không khả thi, thì sau đó môđun thiết kế RFM tìm cách khử bẩn trước (các) chất ô nhiễm gây hại nhất, tiếp theo là khử bẩn các chất ô nhiễm gây hại nhất tiếp theo, v.v. bằng cách sử dụng một loạt bước khử ô nhiễm.

RFM có thể được thiết kế và/hoặc lựa chọn để loại bỏ các chất gây ô nhiễm là kim loại, cũng có thể cần sàng lọc các chất gây ô nhiễm để ưu tiên loại bỏ chất ô nhiễm gây độc nhất và trao đổi nó bằng chất gây ô nhiễm ít độc hơn. Nghĩa là, có một ma trận phức tạp của các hoạt động cần được đánh giá, do đó các tác dụng đối với, ví dụ, một chất độc có độ ưu tiên cao sẽ không tác động lên một kim loại có độ ưu tiên cao khác cũng cần loại bỏ. Cơ chế hoạt động của RFM không phải là xử lý một chất gây ô nhiễm ưu tiên, trong khi để cho các chất gây ô nhiễm khác trở nên, ví dụ, khó tiếp cận hoặc gây hại nhiều hơn. Vì vậy, tác động của việc làm giảm chất gây ô nhiễm chọn lọc còn phải đánh giá được môi trường bị thay đổi và điều này làm thay đổi tác động của môi trường thành tác động tiềm năng.

Do đó, DMC của RFM được thiết kế để có khả năng thu giữ các chất gây ô nhiễm nguy hiểm nhất, nếu có thể, theo kiểu song song và để tối ưu hóa môi trường thu được thành môi trường an toàn nhất có thể thu được và/hoặc để lắp các DMC của RFM

mới nếu cần để loại bỏ (các) chất gây ô nhiễm khác. Tương tự, các RACS như túi và túi đôi cũng có thể được sử dụng như được mô tả tiếp dưới đây.

Khử bản chất lỏng bằng môi trường lọc phản ứng

Cơ chế hoạt động và tính chất của RFM cần phải được tính đến để thu được các đặc tính hoạt động của RFM được bao gồm trong bảng 1. Điều này cho phép phân loại mục đích khử bản chất lỏng thông qua hoạt động của RFM theo các tiêu chuẩn dưới đây:

1. Xác định hàm lượng của từng chất gây ô nhiễm đã được xác định và loại bỏ;
2. Định lượng và định tính tác dụng loại bỏ hydrocacbon;
3. Lượng RFM cần cho mỗi đơn vị dòng chứa chất gây ô nhiễm;
4. Tuổi thọ của RFM - yêu cầu thay thế/sửa chữa;
5. Môi tương quan giữa thời gian tiếp xúc/độ dẫn thủy lực/hiệu quả xử lý của diện tích bề mặt RFM trên một đơn vị dòng chứa chất gây ô nhiễm; và
6. Tác dụng lọc qua trong toàn bộ thời gian sử dụng.

Các tiêu chuẩn hoạt động này là đặc trưng cho các hệ số sử dụng của RFM (không định mức ưu tiên) bao gồm:

1. Chọn lựa & tỷ lệ thành phần
2. Cỡ hạt/diện tích bề mặt
3. Hàm lượng thành phần cacbon
4. Khả năng giữ ẩm/độ xốp
5. Khả năng trao đổi cation và/hoặc mật độ điện tích
6. Sự hấp phụ
7. Sự giảm nitơ
8. Độ pH
9. Độ bền/độ nguyên vẹn của cấu trúc
10. Khả năng lọc qua
 - a. Chất dinh dưỡng
 - b. DOC
11. Lưu lượng dòng chảy vào
12. Độ thấm
13. Độ dẫn thủy lực (thời gian lưu, thời gian phản ứng)
14. Độ phân tán

15. Mật độ khối
16. Khả năng thấm ướt
17. Tính gây độc
18. Khả năng bảo dưỡng
- Khả năng có sẵn & giá thành
- Độ an toàn
- Xử lý ô nhiễm bằng thực vật sống.

Mô đun thiết kế môi trường lọc phản ứng

Việc thiết kế các RFM bằng mô đun thiết kế RFM (xem Fig.6) sử dụng phương pháp mô hình hóa hoạt động như được thể hiện trong bảng 3 chẳng hạn.

Bảng 3 thể hiện một loạt RFM (được ký hiệu là DMC1 đến DMC5) được chọn theo kết quả hoạt động như đã mô hình hóa. Chất lượng của mỗi RFM được ký hiệu trong phương pháp mô hình hóa hoạt động này bao gồm các dấu hiệu được thể hiện trong bảng 3:

- 1) Tỷ trọng của vật liệu (BD) là khối lượng RFM tính bằng kilo gam trên một đơn vị thể tích RFM tính theo met khối;
- 2) Ksat là độ bão hòa thủy lực là lưu lượng chất lỏng đi qua RFM. Thông số này phụ thuộc vào kích thước lỗ, độ ion hóa và độ bão hòa của RFM;
- 3) MHC là giá trị đo khả năng giữ ẩm (moisture holding capacity), chỉ lượng ẩm chứa trong RFM;
- 4) TC là tổng lượng cacbon có mặt;
- 5) TP là tổng lượng photpho có mặt;
- 6) TN là tổng lượng nitơ có mặt, và
- 7) E. Coli được xác định bằng số lượng CFU (đơn vị tạo khuẩn lạc: colony forming unit) có mặt trong 100ml chất lỏng nhiễm bẩn.

Phương pháp mô hình hóa nêu trên là cần thiết để lắp đặt các RFM thích hợp vào các vị trí, như các vị trí đã được mô hình hóa để khử bản chất lỏng trong một môi trường cụ thể như môi trường được thể hiện trên Fig.8 (được mô hình hóa từ dữ liệu thực tế trong mô đun thiết kế RFM).

Phương pháp thiết kế môi trường lọc phản ứng

Việc lựa chọn RFM phù hợp để đưa vào một hoặc nhiều túi (được mô tả tiếp dưới đây) để tạo ra RACS (cũng được mô tả tiếp dưới đây) có đủ hiệu quả khử bản có thể khả thi bằng cách thực hiện các bước dưới đây:

1. phân tích đặc điểm thành phần và thể tích chất lỏng nhiễm bản cần xử lý; sau đó
2. tạo ra RFM gồm các thành phần xử lý chất lỏng nhiễm bản để thỏa mãn các trị số khử bản chấp nhận được.

Các mô hình môi trường lọc phản ứng (RFM) được thiết kế bằng một hoặc nhiều bước dưới đây:

1. đánh giá hoạt động của một hoặc nhiều loại RFM đã chọn bằng cách sử dụng kỹ thuật thử nghiệm theo mẻ để:

- a. xác định khả năng của RFM để đạt được (các) kết quả định tính và định lượng chấp nhận được đối với việc xử lý chất lỏng nhiễm bản bằng cách:

- i. xác định, định lượng và xác nhận hiệu quả khử bản của (các) thành phần của RFM bằng cách khử bản chất lỏng như được phân loại theo:

1. (các) cơ chế hoạt động; và
2. tính chất của các hoạt động nêu trên, trong điều kiện xác định (được kiểm soát);

2. ngoại suy quá trình xử lý chất lỏng nhiễm bản này ở dạng kết quả khử bản từ các thử nghiệm theo mẻ để dự báo về:

- i. (các) cơ chế hoạt động của RFM; và
- ii. cách thức vận hành của các hoạt động nêu trên, trong điều kiện xác định phản ánh các môi trường có thể tiếp xúc với RFM;

3. đánh giá hoạt động của RFM bằng cách sử dụng kỹ thuật thăm qua cột để xác định đặc điểm của một hoặc nhiều thành phần của RFM và trong trường hợp RFM có nhiều thành phần, sử dụng cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế đã chọn để định lượng và định tính kết quả thử nghiệm của các kỹ thuật thăm qua cột; và

4. tạo thuật toán chức năng và dự báo bằng cách sử dụng dữ liệu hiện có và kết quả thu được từ các thử nghiệm thăm theo mẻ và qua cột để mô hình hóa bằng máy tính:

- a. cơ chế hoạt động/cách thức vận hành của RFM; và/hoặc

b. RACS chứa các RFM đã chọn có hoạt động/cách thức vận hành trong điều kiện môi trường đã chọn.

Phương pháp mô hình hóa này sử dụng dữ liệu cơ sở về chức năng của RFM trong phạm vi các tác động của RFM đối với việc xử lý chất lỏng nhiễm bẩn, nhờ đó chọn được các thiết kế RFM phù hợp nhất và/hoặc các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế của RFM để loại bỏ (các) chất gây ô nhiễm cụ thể ra khỏi chất lỏng nhiễm bẩn điển hình và/hoặc có khả năng nhiễm bẩn.

Cơ chế hoạt động và cách thức vận hành của môi trường lọc phản ứng

Mỗi RFM có các thuộc tính ở dạng (các) cơ chế hoạt động và/hoặc cách thức vận hành trong điều kiện xác định. Điều này cho phép chọn được RFM nhờ đó có thể khử bẩn theo các tiêu chuẩn định lượng và định tính bằng cách hấp thụ hoặc biến đổi các chất gây ô nhiễm, giữ lại chất lắng lơ lửng và/hoặc cải thiện tốc độ thẩm qua.

Ban đầu, mỗi RFM được thử nghiệm về độ pH, các đặc điểm về cỡ hạt, khả năng trao đổi cation (cation exchange capacity: CEC), độ xốp, mật độ khối, tỷ số C:N, hàm lượng cacbon và hàm lượng nitơ (xem bảng 4A) để xác định đặc điểm môi trường. Tiếp theo là các kỹ thuật thẩm theo mẻ và trong cột chuyên dụng trong các điều kiện cụ thể để chứng minh khả năng loại bỏ các chất gây ô nhiễm đã chọn khác.

Ví dụ, chất lỏng nhiễm bẩn ở dạng nước mưa trong các điều kiện môi trường xác định đầu tiên được xác định đặc trưng bằng phân tích hóa học về tổng lượng chất rắn lơ lửng (TSS), chất dinh dưỡng (N và P), cacbon hữu cơ hòa tan (DOC), kim loại, hydrocacbon (TPH và BTEX) và sự nhiễm bẩn do phân (sử dụng E. Coli làm dấu hiệu nhận biết). Nếu cần, nước mưa có thể được bổ sung các chất gây ô nhiễm cụ thể (trong một số trường hợp sử dụng nước thải được xử lý thứ cấp (STE) để cung cấp tất cả các thông số cho thử nghiệm theo mẻ và thí nghiệm thẩm trong cột.

Phương pháp này cung cấp các chi tiết như chức năng của RFM khi có nước nhiễm bẩn, trong trường hợp này là nước mưa/STE. Ở đây, chất lỏng nhiễm bẩn cung cấp thành phần hóa học đã được phân tích và/hoặc xác định, nhờ đó xác định được các thuộc tính của RFM:

- i. (các) cơ chế hoạt động của RFM; và
- ii. cách thức vận hành của các hoạt động nêu trên, trong các điều kiện xác định.

Mối quan hệ của RFM để khử bản chất lỏng bị ô nhiễm, ở dạng nước mưa/STE/nước công nghiệp, được xác định bằng cách thực hiện một hoặc nhiều bước dưới đây:

1. phân tích chất lỏng nhiễm bẩn, như nước mưa, được thực hiện để đánh giá một hoặc nhiều đích khử bản và các vấn đề môi trường như cách thức loại bỏ các đích khử bản;

2. phân tích chức năng của mỗi RFM bằng cách sử dụng thử nghiệm theo mẻ và/hoặc trong cột để xây dựng các đặc trưng riêng của mỗi RFM;

3. phân tích các thuộc tính chức năng của mỗi RFM về:

a. khả năng loại bỏ (các) chất gây ô nhiễm cụ thể trên một đơn vị diện tích bề mặt của RFM; và/hoặc

b. tuổi thọ của mỗi RFM đối với khả năng chứa một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cụ thể, v.v.;

4. phân tích các RFM kết hợp để tạo ra các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế (DMC) phù hợp bằng cách sử dụng thử nghiệm theo mẻ/trong cột để thiết lập các đặc trưng của các RFM kết hợp;

5. phân tích các thuộc tính chức năng của RFM kết hợp về tuổi thọ của RFM kết hợp, khả năng loại bỏ (các) chất gây ô nhiễm cụ thể trên một đơn vị diện tích bề mặt của các RFM kết hợp, v.v.;

6. các phân tích về từng kết cấu và/hoặc cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế RFM được thực hiện bằng cách sử dụng các thử nghiệm thấm trong cột; và/hoặc

7. ngoại suy trên một hoặc nhiều kết cấu RFM về cơ chế hoạt động và chức năng của nó cho một diện tích bề mặt hoặc vùng RFM cho trước trong một khoảng xác định của các điều kiện môi trường, nhờ đó chức năng dự báo có thể được ngoại suy trong các điều kiện môi trường khác và để khử chất gây ô nhiễm phổ rộng và/hoặc đặc hiệu.

Chi tiết của việc thử nghiệm theo mẻ được thực hiện trong các bước nêu trên sẽ được mô tả sau đây.

Thử nghiệm theo mẻ

Thử nghiệm theo mẻ là dựa trên nhưng không bị giới hạn ở các điều kiện sau đây:

1. Quy trình:

a. ASTM, D 4319 (2001): Phương pháp thử nghiệm chuẩn cho các tỷ lệ phân bố bằng phương pháp theo mẻ ngắn hạn

b. ASTM D 5285 (2003): Phương pháp thử nghiệm chuẩn để xác định khả năng hấp phụ hợp chất hữu cơ dễ bay hơi của đất và chất lắng theo mẻ trong 24 giờ

c. ASTM E 1195 (2001): Phương pháp thử nghiệm chuẩn để xác định hằng số hấp phụ (Koc) chất hữu cơ trong đất và chất lắng

2. Tỷ lệ chất rắn trên chất lỏng - 1:2 & 1:10 10

3. Thời gian hoạt động - 0,5, 1, 2 & 12 giờ, đặc hiệu với vật liệu và được kéo dài đối với anolyt, là đặc hiệu vật liệu.

Các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế của RFM được lựa chọn dựa vào hiệu quả loại bỏ chất gây ô nhiễm được đưa ra bởi dữ liệu từ kết quả của thử nghiệm riêng và/hoặc thử nghiệm theo mẻ, ví dụ, như được thể hiện trong bảng 5A.

Thử nghiệm thấm trong cột

Thử nghiệm trong cột được sử dụng trên DMC của RFM để thu được dữ liệu dưới đây:

1. Dữ liệu phá vỡ (khi một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm phá vỡ giới hạn khử bản của RFM) đối với anolyt và các chất gây ô nhiễm khác theo tần số & phương pháp lấy mẫu đã xác định;

2. Quy trình thẩm đặc trưng của dữ liệu độc tính (toxicity data characteristic leaching procedure: TCLP) cho anolyt và các chất gây ô nhiễm khác theo tần số & phương pháp lấy mẫu đã xác định, và

3. Dữ liệu chỉ số lưu photpho.

Thử nghiệm thấm trong cột sử dụng chất lỏng nhiễm bẩn, như nước mưa, có các cột được nạp tới mật độ khối và thể tích lỗ đã biết trước khi thực hiện thử nghiệm thấm. Các thử nghiệm thấm trong cột trên RFM có các DMC chuyên dụng cung cấp hiệu quả loại bỏ chất gây ô nhiễm trong điều kiện cột áp không đổi và cột áp giảm.

Thử nghiệm trong cột sử dụng các cột áp thủy lực khác nhau (không đổi và giảm) để kiểm tra hiệu quả tại chỗ có thể có của các DMC của RFM.

Ví dụ, thử nghiệm trong cột là hệ thống thử nghiệm mở thể hiện cách thức RFM có thể hoạt động trong:

1. Điều kiện lưu lượng cao (bão hòa, thời gian lưu ngắn); và/hoặc

2. Điều kiện lưu lượng thấp (chưa bão hòa, thời gian lưu dài).

Phân tích chất dinh dưỡng thu được của cột, như được thể hiện trong bảng 2, bảng 3 và bảng 5, bao gồm dữ liệu định lượng dưới đây cho:

1. Tổng lượng nitơ theo phương pháp Kjeldahl (TKN),
2. Tổng lượng nitơ có thể oxy hóa (total oxidisable nitrogen: TON),
3. Tổng lượng photpho (TP),
4. Tổng lượng nitơ (được tính bằng $TKN + TON$), và
5. Phân tích kim loại gồm Ca, Na, Mg, K, Cu, Pb, Zn và Cd.

Phương pháp thử nghiệm thấm trong cột

Điều kiện cột áp không đổi sử dụng 1 lít nước thải được xử lý thứ cấp (STE) được rót vào đỉnh cột trong đó đỉnh cột chứa "cột áp" và ở thời điểm này bình định mức được đảo ngược nhanh và cổ bình chìm trong STE phía trên DMC của RFM trong cột. Bình định mức được kẹp tại chỗ và STE di chuyển qua cột dưới tác dụng của trọng lực.

Thời gian để STE được rửa giải qua cột thể hiện độ dẫn thủy lực bão hòa (K_{sat}) của DMC của RFM và được xác định bằng cách tính toán (lưu lượng/thời gian).

Mô phỏng môi trường thử nghiệm thấm trong cột

1 lít STE được sử dụng trong điều kiện cột áp không đổi là gần như tương đương với lượng mưa khoảng 420 mm. Sau khi rửa giải, lượng hao hụt bất kỳ của 1 lít STE được coi là thể hiện khả năng giữ ẩm (MHC) của RFM và được tính bằng cách sử dụng chênh lệch khối lượng.

Thử nghiệm trong cột có cột áp giảm sử dụng bình chứa có thể tích 1 lít có một vòi nhỏ được lắp với van xả chậm cho phép STE nhỏ giọt vào cột mà không phải là chảy tự do trong điều kiện cột áp không đổi. Thử nghiệm trong cột có cột áp giảm mô phỏng các điều kiện lượng mưa thấp và/hoặc ngắt quãng.

Phân tích dữ liệu bằng mô đun thiết kế môi trường lọc phản ứng

Các số đo cơ sở của RFM thu được từ các thử nghiệm trước được lập mô hình vào một hoặc nhiều thuật toán dùng cho mô đun thiết kế RFM lập trình bằng máy tính để tạo ra các DMC của RFM tối ưu. Các DMC của RFM này có thể được sử dụng ngay lập tức và/hoặc trên giả thuyết để dự đoán hiệu quả trong các điều kiện môi trường cụ thể để khử bản chất lỏng nhiễm bẩn mong muốn, như nước thải, có tính đến các biến số yêu cầu xử lý của dòng chảy vào.

Mô hình hóa bằng cách sử dụng mô đun thiết kế RFM

Việc chọn một hoặc nhiều DMC của RFM khi đặt trong một RACS xác định (được mô tả tiếp dưới đây) có thể được mô hình hóa như được thể hiện trong bảng 5B (được gắn nhãn là RFM + bể chứa). Tác động của riêng một hoặc nhiều RACS (được sử dụng làm “đối chứng” khi không có RFM, được thể hiện là chỉ có hồ) được thể hiện trong bảng 5B. Nghĩa là, “chỉ có hồ” của bảng 5B là đối chứng.

Phương pháp mô hình hóa này cho phép các thông số như sự giảm tổng lượng chất rắn lơ lửng (TSS), tổng lượng photpho (TP), tổng lượng nitơ (TN) và toàn bộ chất gây ô nhiễm như được thể hiện trong bảng 5B đối với một hoặc nhiều DMC của RFM xác định.

Kịch bản “chỉ có hồ” hiện có dựa vào thể tích, độ sâu và thời gian lưu để cải thiện chất lượng nước như là giải pháp “cuối đường ống” trước khi xả vào lạch gần đó như được thể hiện trên Fig.8A (phản ánh và phù hợp với việc mô hình hóa trong bảng 5A). Những vấn đề của hồ về hoa tảo và mùi là một phần của mẫu theo mùa mà chỉ có thể được cải thiện bằng cách làm giảm chất dinh dưỡng và chất lắng đi vào hồ, các yếu tố này cũng được tính đến bằng việc mô hình hóa.

Việc mô hình hóa cụ thể cho thấy là việc đặt theo thị giác nhiều RACS chuyên dụng, như được thể hiện trên Fig.8A, bao gồm các DMC của RFM chuyên dụng được đặt dưới dạng nút xử lý trong khu tập trung nước như được thể hiện trên Fig.8B, làm giảm lượng chất gây ô nhiễm đi vào hồ như được thể hiện trong bảng 5B cho DMC của RFM chuyên dụng như được mô tả ở trên.

Cụ thể là, việc mô hình hóa trong bảng 5B đối với DMC của RFM chuyên dụng thể hiện TSS và TP giảm 61,9% và TN giảm 49,1%. Chất lượng dòng chảy được cải thiện khi sử dụng RFM là hiệu quả của việc làm giảm lượng chất gây ô nhiễm trước khi vào hồ, để hồ có lượng chất gây ô nhiễm cần xử lý thấp hơn.

Chuỗi xử lý được tạo ra bằng cách sử dụng các nút xử lý của khu tập trung nước nhỏ (RFM) là khái niệm cơ bản của thiết kế đô thị nhạy cảm với nước trái ngược với giải pháp “cuối đường ống” truyền thống.

Các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế (DMC) chuyên dụng của RFM như đã phân tích in vivo và tại chỗ, khi được triển khai bằng một hoặc nhiều RACS hoặc được mô hình hóa bằng cách sử dụng mô đun thiết kế RFM trên máy tính đã chứng minh rằng việc triển khai có chọn lọc nhiều vật liệu hữu cơ và khoáng tái chế hoạt động như là môi trường lọc phản ứng (RFM) “thế hệ mới”.

Dữ liệu được thu thập và phân tích từ thí nghiệm in vivo và tại chỗ, khi được triển khai bằng một hoặc nhiều RACS, được phản ánh trong việc mô hình hóa bằng cách sử dụng mô đun thiết kế RFM trên máy tính bằng các thuật toán đã tạo ra để chứng minh hiệu quả của RFM thế hệ mới.

Hiệu quả của vật liệu hữu cơ và khoáng tái chế (trong các cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế) trong việc loại bỏ các chất dinh dưỡng và kim loại ra khỏi STE là yếu tố quan trọng trong các thử nghiệm trong cột, các thử nghiệm này là kết quả của thời gian lưu và các vị trí trao đổi khả dụng được xác nhận bằng DCM của RFM tại chỗ trong RACS có vị trí đặc biệt quan trọng trong "chuỗi xử lý", còn được dùng để mô hình hóa trong các môi trường khác.

Việc mô hình hóa DCM của RFM và vị trí đặt RACS sử dụng mô đun thiết kế RFM trên máy tính còn cho phép trang bị thêm nút xử lý RFM đặc hiệu RACS để giảm lượng chất gây ô nhiễm. Việc mô hình hóa này còn được sử dụng để tối ưu hóa việc thay thế các hệ thống kiểm soát ô nhiễm hiện có như hồ thoát nước.

Tham chiếu bảng 5A và bảng 5B, tỷ lệ % thay đổi của nồng độ các thành phần:

1. vi khuẩn, như E Coli,
2. chất gây ô nhiễm bao gồm nitơ và photpho,
3. ion bao gồm kali và natri và
4. kim loại là đồng, kẽm, cadimi và chì.

Bảng 5A và bảng 5B thể hiện mức giảm được tính bằng tỷ lệ % được loại bỏ (được biểu diễn bằng trị số âm) của các nồng độ của các thành phần nêu trên ra khỏi nước mưa.

Các trị số dương thể hiện sự giải phóng (hoặc giải hấp thụ) các thành phần cụ thể (như Na, Ca và Mg) ra khỏi RFM có cấu tạo kiểu kết hợp các thiết kế (DMC) chuyên dụng. Đất sét pha cát được sử dụng làm 'đối chứng' so sánh vì nó là môi trường lọc điển hình hiện đang được sử dụng trong công nghiệp xử lý nước mưa.

Bảng 5A và bảng 5B còn thể hiện rằng tất cả các DMC của RFM đều cho thấy sự giảm đối với tổng lượng nitơ TN (26-47%) và tổng lượng photpho TP (8-85%). Đặc biệt là, DMC1, DMC2 và DMC4 của RFM thể hiện tỷ lệ loại bỏ đáng kể đối với Ca^{2+} và Mg^{2+} . Động lực học của quá trình trao đổi cation giữa Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} và K^{+} thường xác định vị trí trao đổi khả dụng cho các kim loại và, nếu các vị trí này bị chiếm chủ yếu bởi Ca^{2+} và Mg^{2+} , thì sẽ có ít cơ hội cho các kim loại hơn trong điều kiện bão

hòa. Có sự loại bỏ hạn chế Zn^{+} và Pb^{+} qua các DMC. Zn^{+} bị loại bỏ bằng DMC1 và DMC2 (1-12%).

Ví dụ về các chất gây ô nhiễm cần khử:

Kim loại

Các kim loại là kẽm, nhôm, đồng, magiê, sắt và/hoặc bo có thể được loại bỏ bằng RFM chứa canxi cacbonat, trong đó Ca^{2+} được trao đổi với một trong số các kim loại nêu trên để tạo ra, ví dụ, đồng cacbonat hoặc magiê cacbonat, v.v.. Tương tự, các chất gây ô nhiễm này cũng có thể được loại bỏ khỏi muối canxi clorua, tùy thuộc vào độ bền của muối trong môi trường lỏng. Nghĩa là, nếu các muối, cacbonat và hợp chất khác được sử dụng, chúng có thể cần phải được giữ bằng một lớp bao tan trong ruột và/hoặc trong môi trường đệm để tăng độ bền của hợp chất. Nghĩa là, để bảo đảm là hợp chất này trao đổi với chất gây ô nhiễm cần loại bỏ để làm giảm nồng độ mol của hợp chất cần loại bỏ trong chất lỏng nhiễm bẩn.

Loại bỏ vi khuẩn

Chất lỏng nhiễm bẩn: Hướng tới các chất gây ô nhiễm gây nguy hại ở hiện tại và trong tương lai

Chất lỏng nhiễm bẩn khi được thu gom theo thời gian sẽ được phân tích theo thời gian, phân tích này lại có thể là phân tích dự báo về mức độ nhiễm bẩn tiếp theo.

Ví dụ, sự gia tăng lượng *Escherichia coli* hoặc tảo xanh lục trong chất lỏng nhiễm bẩn có thể cho thấy hệ sinh thái của chất lỏng bị phá vỡ, như hệ sinh thái của các đường nước, và khi đó mức độ nguy hiểm sẽ tăng lên khi tiếp xúc với chất lỏng nhiễm bẩn này. Phân tích dự báo này có thể làm nổi bật các yêu cầu của RFM để ngăn chặn tác dụng gây hại ngay lập tức và để hạn chế ảnh hưởng xấu xảy ra trong tương lai.

Ví dụ khác, nước mưa nhiễm *Escherichia coli* có thể là dấu hiệu cho thấy nước thải đã nhiễm phân. Điều này lại có thể dẫn đến sự bùng phát của bệnh viêm gan; vì vậy, điều quan trọng là RFM phải chứa chất diệt khuẩn để hạn chế sự bùng phát của dịch bệnh.

RFM có lớp phủ tan trong ruột để tạo chelat và/hoặc trao đổi với các chất gây ô nhiễm có thể chứa các cơ chất hữu cơ hoặc vô cơ mà sẽ phản ứng khi các chất gây ô nhiễm hòa tan tiếp xúc với lớp phủ này.

Ví dụ, RFM chứa cát mịn với nhựa khử trùng được sử dụng để làm giảm lượng vi khuẩn gây bệnh trong nước thải đã được xử lý thứ cấp là một phương pháp làm giảm

tải lượng vi khuẩn. Nhựa khử trùng bao gồm nhựa và dung dịch hóa rắn được phủ trên cát mịn tạo thành chất diệt khuẩn.

Cát mịn phủ chất khử trùng này làm giảm lượng vi khuẩn gây bệnh trong nước thải được xử lý thứ cấp STE. Cụ thể là, STE đã xử lý khi được kiểm tra E. Coli, dấu hiệu phổ biến về vi sinh vật của các vi khuẩn gây bệnh tiềm tàng, bằng cách sử dụng phương pháp lọc màng và canh thang Millipore M-ColiBlue, chỉ ra rằng lượng vi khuẩn là không còn. Khi các bộ lọc đã tiếp xúc được ủ ở nhiệt độ 38°C trong khoảng thời gian 24 giờ, sau đó các khuẩn lạc “xanh lam” được đếm để xác định nồng độ của E. Coli theo cfu/100 ml thì tải lượng vi khuẩn bằng 0.

Nhựa khử trùng là rất hiệu quả để loại bỏ E. Coli sau khi STE đã tiếp xúc với cát mịn có lớp phủ, dẫn đến việc loại bỏ hoàn toàn các vi khuẩn gây bệnh từ STE.

Loại bỏ thuốc

Nước nhiễm các thuốc là mối đe dọa nghiêm trọng đến môi trường và sức khỏe con người do bản chất có mặt ở mọi nơi của chúng, khả năng tác động lên các hệ thống sinh học không phải đích và có thể gây độc mạn tính ở các liều thấp. Các thuốc đi vào môi trường qua việc tiêu hủy hoặc bài tiết, khi đó chúng có thể vẫn có tác động hóa sinh.

Các RFM chuyên dụng có thể tác động đến các thuốc này bằng cách hấp thụ và/hoặc phân hủy sinh học. Phương pháp phân hủy sinh học này có thể hoạt động nhờ RFM được hoạt hóa bằng các vi khuẩn có thể hấp thu thuốc dưới dạng hợp chất ngoại sinh và lại sản sinh ra các chất chuyển hóa từ thuốc này trong môi trường nội bào của vi khuẩn. Các vi khuẩn chuyển hóa thuốc này có thể sử dụng nhiều cơ chế khác nhau bao gồm khoáng hóa, chuyển hóa kỵ nước hoặc ưa nước.

Việc hoạt hóa RFM bằng các vi khuẩn đặc hiệu có thể được thực hiện bằng cách cấy các môi trường vào RFM, phương pháp này có thể bao gồm bước ủ phân cơ bản để tăng lượng vi khuẩn đến một mức hiệu quả và chấp nhận được. RFM đã hoạt hóa cũng có thể thu được bằng cách sử dụng DMC của RFM để đặt vào nhiều RACS để tạo ra chuỗi xử lý.

Các DMC của RFM đã hoạt hóa có thể chứa các vi khuẩn như *Rhodococcus rhodochrous*, chủng *Pseudomonas*, như *Pseudomonas putida* và/hoặc *Pseudomonas fluorescens*, *Sphingomonas herbicidovorans* và/hoặc *Bacillus subtilis*, các vi khuẩn này thường được tìm thấy trong đất hoặc trong trường hợp của *Bacillus subtilis*, được

tìm thấy trong các điều kiện bất lợi trong đó độ pH thay đổi trong một phạm vi rộng. Các vi khuẩn này là hiệu quả trong việc hấp thụ các thuốc, thuốc trừ sâu và/hoặc steroid cụ thể.

Các RFM cũng có thể được cấy bằng các bào tử nấm hoặc được nuôi cấy để phát triển nấm, các chủng cụ thể này có thể gây phân hủy các thuốc và/hoặc các chất độc cụ thể. Ví dụ về các nấm này là *Aspergillus niger*.

Bảng 6 thể hiện các hợp chất có thể được loại bỏ và/hoặc giảm độ độc bởi các vi khuẩn lạ và/hoặc nấm, khi chúng được nuôi cấy trong một hoặc nhiều RFM hoặc DMC của RFM.

Vật chứa môi trường lọc phản ứng

Theo một phương án khác của sáng chế, tốt hơn nếu có thể lắp vào thiết bị có tên là RACS, là viết tắt của phương pháp, thiết bị và hệ thống “túi nhiều khoang gắn môi trường lọc phản ứng”.

Các phương án của sáng chế ưu tiên đề xuất một hoặc nhiều thiết bị lọc RACS để làm cho nước nhiễm bẩn trở nên thích hợp để xả vào môi trường nhận.

Túi

RACS chứa túi ngoài, ví dụ, được làm từ vải địa kỹ thuật xốp và có thể chứa một hoặc nhiều RFM được lắp vào khoang bên trong của mỗi túi. Túi này cung cấp môi trường lọc vật lý đã chọn để lọc và/hoặc giữ lại bằng cách vật lý toàn bộ chất gây ô nhiễm trong chất lỏng nhiễm bẩn đi qua. Túi này được thiết kế để có khoang bên trong để thực hiện chức năng loại bỏ chất gây ô nhiễm bằng RFM mà khi sử dụng nó sẽ xử lý các chất gây ô nhiễm hòa tan như chất dinh dưỡng (ví dụ, nitơ, photpho), kim loại (ví dụ, đồng, sắt, chì, kẽm), vi khuẩn (ví dụ, các vi khuẩn Coliform trong phân) và hydrocacbon (ví dụ, dầu mỏ) cũng như chất lắng mịn hơn từ chất lỏng nhiễm bẩn đi qua.

Túi này bao gồm các dạng vật chứa sau: túi, bao, túi lọc, kiện lọc và/hoặc thiết bị lọc phản ứng (reactive filter unit: RFU) (được mô tả dưới đây).

Các phương án điển hình đã mô tả thường đề cập đến các túi; tuy nhiên, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng việc sử dụng thuật ngữ túi trong bản mô tả này và trong phần bản chất kỹ thuật của sáng chế, thường có thể được sử dụng để bao gồm một hoặc nhiều dạng khác của phương tiện chứa bao gồm bao, túi lọc, kiện lọc và/hoặc thiết bị lọc phản ứng trừ khi được quy định cụ thể khác.

Túi chứa này tạo ra các ranh giới lọc chất lỏng với khoang bên trong chứa RFM ở dạng thành phần có thể thay thế, RFM này lại xử lý bằng phương pháp vật lý, hóa học và/hoặc sinh học một cách có chọn lọc (các) chất gây ô nhiễm có trong chất lỏng nhiễm bẩn đi qua.

Theo phương án nêu trên, hệ thống và thiết bị RACS bao gồm:

(a) RFM được đóng trong mỗi túi, được chứa theo cách thay thế được bởi:

(b) khoang bên trong nằm trong mỗi túi, khoang này có thể chứa RFM có DMC chuyên dụng, chứa trong:

(c) túi, trong đó túi này có sẵn với nhiều loại kết cấu bao gồm dạng túi, bao, túi lọc, kiện lọc và/hoặc thiết bị lọc phản ứng, mà ưu tiên chứa:

(d) một hoặc nhiều phương tiện gắn ở dạng một hoặc nhiều quai có thể khóa liên động với (các) quai gắn trên một túi khác, trong đó mỗi liên kết này là khóa liên động và có thể ghép-tách được với nhiều loại túi khác nhau, nhờ đó các túi có thể được bố trí bên trong, ví dụ, kết cấu xếp chồng hoặc trong trường hợp của RFU thì các túi được chồng lên nhau để bảo đảm sự tiếp xúc với gần như toàn bộ RFM chứa trong các túi này.

RACS được cấu tạo ở dạng túi, bao, túi lọc, kiện lọc và/hoặc thiết bị lọc phản ứng (sau đây thường được gọi là túi trừ khi được quy định khác):

1) có thể gắn vào ở dạng:

a. có thể neo giữ vào một bề mặt thích hợp; hoặc

b. có thể gắn với nhau, và

2) có thể xếp chồng

nhờ đó các RACS có thể được gắn với nhau theo cách song song và/hoặc nối tiếp để đáp ứng:

1) yêu cầu lọc của chất lỏng nhiễm bẩn và/hoặc

2) dòng chảy của chất lỏng nhiễm bẩn, nhờ đó định hướng hoặc giới hạn dòng chảy sang một hướng thích hợp; nhờ đó hỗ trợ quá trình lọc dòng chất lỏng nhiễm bẩn (bao gồm việc cải tạo khử bẩn khác) ở các vị trí đã chọn. Điều này cho phép RACS lọc bằng cách giữ lại các chất lỏng và chất gây ô nhiễm bằng cách sử dụng một hoặc nhiều kết cấu RACS (túi, kiện lọc, bao và/hoặc thiết bị lọc phản ứng) riêng rẽ hoặc kết hợp.

Khoang bên trong

Tốt hơn là môi trường lọc phản ứng nằm trong một hoặc nhiều khoang bên trong của túi (bao gồm túi, bao, kiện lọc và/hoặc túi lọc) cùng với phương tiện gắn tạo thành RACS. RACS ở dạng túi và/hoặc bao là mềm để có dạng bề mặt đỡ mà chúng được đặt trên đó, vì vậy phần bề mặt của RACS là liền kề với bề mặt đỡ.

Độ mềm dẻo của RACS và độ lớn của diện tích bề mặt RACS tiếp xúc với bề mặt đỡ phụ thuộc vào kích thước mà khoang bên trong của túi ngoài (bao gồm kiện lọc và/hoặc túi lọc) được đóng gói với môi trường lọc phản ứng. Độ mềm dẻo này sẽ tồn tại cùng với và không cùng với sự có mặt của cọc neo. Vì vậy, RACS có thể dịch chuyển dễ dàng vào vị trí, làm cho chúng đặc biệt hữu ích trên dốc đứng hoặc dốc đá mà ở đó việc lắp đặt các công cụ kiểm soát xói mòn khác không thực hiện được.

Túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc xếp chồng được cùng nhau tạo thành khung. Khi đề cập đến túi, điều này đạt được nhờ mỗi túi kéo dài trong đó mặt cắt ngang của trục có thể ở dạng bất kỳ bao gồm hình tròn, hình elip, hình tam giác, hình vuông và dạng khác trong khi vẫn dễ uốn để có thể ăn khớp chặt với nhau thành dạng “xếp chồng được” (có thể ghép-tách được) với một hoặc nhiều túi khác.

Túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc có thể được xếp chồng:

- a. theo hướng thẳng đứng (tạo thành tường),
- b. theo hướng nằm ngang hoặc cạnh nhau (tạo thành mặt phẳng),
- c. đối đầu (tạo thành dạng ống) và/hoặc
- d. sử dụng kết hợp các dạng túi khác nhau bao gồm, ví dụ, túi đôi chồng lên túi đơn, được sử dụng cho các yêu cầu xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học đặc biệt.

RACS tạo ra quá trình lọc ba chiều để giữ chất lắng và các chất gây ô nhiễm khác (ví dụ, chất rắn lơ lửng, chất dinh dưỡng và hydrocacbon) trong khi vẫn cho phép chất lỏng đã xử lý chảy qua. RACS có thể được sử dụng thay cho các công cụ kiểm soát chất lắng và xói mòn truyền thống như rào chắn bùn hoặc rào chắn bằng kiện rom.

Lọc thô và tinh chọn lọc bằng RACS

Việc chọn một hoặc nhiều RFM để đặt vào một hoặc nhiều túi chuyên dụng để tạo ra RACS được tối ưu hóa cho một môi trường cụ thể có thể được thực hiện bằng hệ thống thiết kế RFM trên máy tính (được mô tả ở trên) để chọn các đặc điểm và chức năng thích hợp nhất cho một môi trường xác định:

- 1) túi để lọc thô; và/hoặc

2) một hoặc nhiều DMC của RFM để lọc/khử bẩn thô và tinh một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cụ thể cần lọc.

RFM đã chọn, như được mã hóa, được đưa vào thuật toán phân tích của môđun thiết kế trên máy tính để xác định xem hoạt động của RFM trong một RACS xác định có thể khử bẩn một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm trong chất lỏng nhiễm bẩn được đề xuất chảy vào các điều kiện môi trường đã xác định hay không.

Theo một phương án khác, như được thể hiện trên Fig.6, phân tích được sử dụng để xác định RFM thích hợp để khử bẩn chất lỏng nhiễm bẩn bằng cách sử dụng, ví dụ, một hoặc nhiều mẫu dưới đây:

- 1) chất lỏng nhiễm bẩn và/hoặc
- 2) RFM được lấy ra khỏi RACS.

Gắn kết

Sự ghép-tách được giữa các túi bao gồm túi, bao, kiện lọc, túi lọc và/hoặc thiết bị lọc phản ứng có thể ở dạng thích hợp bất kỳ, bao gồm mặt ngoài dính được và/hoặc một hoặc nhiều phương tiện gắn ở dạng quai (có thể nối thẳng hàng), nhờ đó các thiết bị trao đổi nước-chất lỏng có thể được xếp chồng lên nhau để đáp ứng các yêu cầu của nước nhiễm bẩn. Phương tiện gắn cũng có thể ở dạng quai có thể nằm trên mặt ngoài của mỗi túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc tùy theo nhu cầu.

Việc kết hợp các túi, kiện lọc và/hoặc túi lọc có thể neo vào và xếp chồng cho phép các "rào chắn", "sàn" hoặc "ống" lọc chất lỏng được tạo thành, nhờ đó dòng nước nhiễm bẩn được hướng vào hướng mong muốn và được bảo vệ không gây nhiễm bẩn các khu vực không mong muốn.

Ưu điểm của RACS so với các công cụ kiểm soát chất lỏng đã biết khác, như rào chắn bùn, bao gồm:

- 1) RACS được vận chuyển, lắp đặt và/hoặc loại bỏ dễ dàng;
- 2) RACS có thể tái sử dụng vô thời hạn chỉ cần thay thế môi trường lọc phản ứng;
- 3) Việc loại bỏ sau khi lọc bằng RACS chỉ là loại bỏ môi trường lọc phản ứng, là vật liệu chiếm thể tích tương đối nhỏ so với các sản phẩm đã biết; điều này dẫn đến:
- 4) Tiết kiệm chi phí, nhờ giảm chi phí hoặc lao động hoặc loại bỏ.

Tham chiếu Fig.1, phương án ưu tiên của RACS 100 được thể hiện bao gồm:

1) Túi 110 kéo dài trong đó mặt cắt ngang của trục có thể ở dạng bất kỳ bao gồm hình tròn, hình elip, hình tam giác, hình vuông và các dạng khác trong khi vẫn đủ mềm để ăn khớp chặt thành dạng “xếp chồng được” (có thể ghép-tách được) với một hoặc nhiều túi khác, nhờ đó tạo ra ranh giới lọc thô chất lỏng với:

a) Mặt ngoài của túi 110 tiếp xúc ít nhất một phần với nguồn hoặc khối nước nhiễm bẩn (không được thể hiện); và

b) Phía trong của túi tạo thành khoang bên trong (không được thể hiện) cho phép giữ môi trường lọc tinh bên trong túi. Do đó, túi có thể chứa nước nhiễm bẩn chảy qua môi trường lọc này. Môi trường lọc, được giữ trong khoang bên trong, có thể thay thế được nhờ đó thành phần này có thể được chọn và lắp vào khoang để giữ lại, tạo chelat hoặc trao đổi (tùy thuộc vào loại chất gây ô nhiễm) các chất gây ô nhiễm cụ thể khi nước nhiễm bẩn chảy qua môi trường lọc này. Môi trường lọc này còn được mô tả dưới đây;

2) Quai gắn 120 để một hoặc nhiều túi:

a) gắn được với nhau;

b) có thể neo vào bề mặt thích hợp (bằng cột neo hoặc loại tương tự), nếu muốn, để được đặt cố định; và

c) có thể cầm được dễ dàng (kể cả bởi người) để chúng có thể mang được hoặc đặt được vào vị trí khi nạp đầy môi trường lọc.

Phương tiện gắn được cố định vào mặt ngoài của mỗi túi, nhờ đó một hoặc nhiều túi có thể được mang đến các vị trí thích hợp và/hoặc được giữ tại các vị trí cố định (đơn lẻ hoặc cùng nhau) bằng thiết bị neo. Phương tiện gắn này còn được gọi là quai phụ theo một thiết kế của phương án ưu tiên.

Độ phòng của túi trên Fig.1 được tạo ra do môi trường lọc phản ứng được chứa bên trong khoang trong của túi (được chứa nhưng không được thể hiện trên Fig.1) như còn được mô tả dưới đây.

Theo các phương án khác, RACS có thể có các kết cấu khác thay cho ống (túi) dài ở dạng:

1) Túi lọc ở dạng bao với một hoặc nhiều khoang trong;

2) kiện lọc có khung cứng; và/hoặc

3) Thiết bị lọc phản ứng

Các kết cấu khác này được mô tả thêm dưới đây.

RACS cho phép quá trình lọc chất lắng xảy ra nhờ quá trình lọc thô và lọc tinh bằng kiểu túi và (các) RFM được chọn để đáp ứng các điều kiện môi trường.

Quá trình lọc thô được xác định bởi kích thước lỗ của túi 110 như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Túi được làm bằng vải địa kỹ thuật ở dạng vải thấm được, vải này khi tiếp xúc với chất lỏng ô nhiễm và/hoặc đất sẽ phân tách để lọc có chọn lọc các chất thô tùy theo kích thước lỗ với lưới địa kỹ thuật tùy ý để tạo ra hệ gân song song để dẫn nước thoát xuyên qua túi. Theo cách khác, các khung lưới địa kỹ thuật có thể được sử dụng cùng với lưới địa kỹ thuật lựa chọn được. Các vấn đề cần tính đến là vật liệu nào được sử dụng làm túi mà có thể lựa chọn được theo điều kiện môi trường.

Tham chiếu Fig.3, dữ liệu lấy mẫu được lấy làm ví dụ thể hiện tỷ lệ phần trăm của vật chất dạng hạt đi qua (tung độ bên trái) và tỷ lệ phần trăm của hạt bị giữ lại (tung độ bên phải) theo kích thước lỗ sàng (hoành độ). Vì vậy, kích thước lỗ sàng của túi RACS có thể được chọn và thay đổi để giữ được loại hạt cụ thể và kết hợp với chất lượng của RFM mà đóng vai trò là môi trường lọc thô và tinh bên trong, lưu lượng đi qua RACS có thể xác định được.

Việc chọn túi và/hoặc RFM có ưu điểm so với các công cụ kiểm soát chất lắng đã biết, như rào chắn bùn, bao gồm:

- 1) RFM giữ lại một thể tích lớn chất lỏng, điều này giúp ngăn ngừa hoặc làm giảm sự xói mòn thành rãnh nhỏ (kênh nông ăn vào đất do tác động xói mòn của nước chảy) và giúp thiết lập thảm thực vật;
- 2) Túi và hỗn hợp kích thước hạt của RFM giữ lại lượng chất lắng tương đương hoặc nhiều hơn so với các thiết bị kiểm soát vành đai truyền thống, như rào chắn bùn hoặc rào chắn bằng kiện cỏ khô, trong khi vẫn cho phép một thể tích chất lỏng sạch lớn hơn đi qua như được thể hiện trên Fig.4B (được mô tả tiếp dưới đây). Rào chắn bùn thường bị sập và để cho toàn bộ chất lắng đi qua và/hoặc sẽ bị tắc bởi chất lắng và tạo thành đập giữ và ngăn nước mưa đi qua;
- 3) RFM giữ lại các chất gây ô nhiễm như kim loại nặng, các kim loại thường ở nồng độ cao như sắt, nitơ, photpho, dầu và mỡ, nhiên liệu, thuốc diệt cỏ, thuốc trừ sâu và các chất gây nguy hiểm tiềm tàng khác, nhờ đó cải thiện chất lượng nước ở vùng hạ lưu và

4) Chất dinh dưỡng và hydrocacbon bị hấp thụ bởi RFM có thể được quay vòng và phân hủy tự nhiên bằng cách cải tạo sinh học nhờ vi sinh vật thường được tìm thấy trong phân.

Quá trình lọc thô có thể còn bao gồm quá trình lọc các hạt (bao gồm vi hạt) và các chất gây ô nhiễm khác sử dụng các môi trường lọc như cát chứa trong RFM khi nó có bề mặt có tính oxy hóa, như zeolit và/hoặc magiê/sắt silicat.

RACS còn được sử dụng trong các môi trường bao gồm địa điểm thi công xây dựng, các địa điểm sản xuất công nghiệp hoặc các khu vực bị xáo trộn khác mà có thể xuất hiện chất lỏng nhiễm bẩn dưới dạng dòng chảy thành từng lớp, ví dụ, dòng chảy nước mưa.

Theo chỉ định, túi được sử dụng ở nơi mà diện tích thoát nước không vượt quá 0,25 mẫu Anh (4046,86 m²) trên mỗi 100 fut (3048 cm) chiều dài thiết bị và lưu lượng không vượt quá một fút khối trên một giây. Túi có thể được sử dụng trên các sườn có độ dốc lớn hơn với các dòng chảy nhanh hơn nếu chúng được đặt gần nhau hơn, được xếp chồng cạnh nhau và/hoặc chồng lên nhau, có đường kính lớn hơn hoặc được sử dụng kết hợp với kết cấu khác của RACS dùng để lọc nước mưa như kiện lọc. Kiện lọc có lưu lượng lên đến 1 galông (3,79 l) trên một giây trên một kiện lọc.

Các túi có thể xếp chồng (bao gồm kiện lọc và/hoặc túi lọc) cùng nhau tạo thành khung khi được ghép với các túi khác. "Khả năng xếp chồng" đạt được nhờ mỗi túi có thể ghép-tách được với một hoặc nhiều túi khác. Các túi có thể được xếp chồng:

- a. theo hướng thẳng đứng (tạo thành tường),
- b. theo hướng nằm ngang hoặc cạnh nhau (tạo thành mặt phẳng),
- c. đối đầu (tạo thành dạng ống) và/hoặc
- d. sử dụng kết hợp các dạng túi khác nhau bao gồm, ví dụ, túi đôi chồng lên túi đơn, được sử dụng cho các yêu cầu xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học đặc biệt.

Sự ghép-tách được giữa các túi có thể ở dạng thích hợp bất kỳ, bao gồm mặt ngoài dính được và/hoặc một hoặc nhiều quai gắn (nổi thẳng hàng được), nhờ đó quá trình trao đổi nước-chất lỏng/chất gây ô nhiễm của RACS được tối ưu hóa bằng cách bố trí (như được xếp chồng) để đáp ứng các yêu cầu về trao đổi và dòng chảy của nước nhiễm bẩn.

Quai gắn của RACS có thể được đặt trên mặt ngoài của mỗi túi tùy theo nhu cầu (nghĩa là, vị trí có thể thay đổi tùy theo nhu cầu). Việc kết hợp các túi có thể neo vào

và xếp chồng cho phép tạo thành "rào chắn", "sàn" hoặc "đường ống" lọc chất lắng, nhờ đó dòng nước nhiễm bẩn được hướng theo hướng mong muốn và ngăn ngừa việc làm nhiễm bẩn các khu vực không mong muốn.

Phương tiện có thể ghép-tách được tạo ra RACS có độ mềm dẻo để đặt được vào nhiều môi trường khác nhau bao gồm bên trong hoặc xung quanh các không gian giới hạn bao gồm các cống thoát nước và/hoặc dòng sông. Điều này cho phép số lượng túi cần thiết bất kỳ được nối với nhau theo nhiều hướng để tạo ra cấu trúc có hình dáng phù hợp (khung) có độ mềm dẻo hoặc độ cứng mong muốn.

Thực vậy, khung RACS có thể mềm dẻo ở một số điểm và cứng ở một số điểm khác, tùy thuộc vào nhu cầu. Điều này đạt được nhờ khả năng đóng gói thành phần (môi trường lọc phản ứng) vào trong khoang của mỗi túi lỏng hoặc chặt như mong muốn. Mức độ đóng chặt của túi có thể thay đổi tại các điểm khác nhau trên khung. Điều này cho phép RACS nằm dọc theo các bề mặt không đều và uốn cong khi cần. Độ chặt của việc đóng gói cũng có thể thay đổi theo thời gian, khi cần thay đổi. Điều này là nhờ mỗi khoang của RACS được đóng kín và mở ra được, để cho phép môi trường lọc được đặt vào hoặc lấy ra để làm tăng hoặc giảm độ cứng, tương ứng. Nếu dòng nước thay đổi, thì cấu trúc hoặc cấu tạo của RACS cũng có thể thay đổi theo.

Vẫn tham chiếu Fig.1, RACS bao gồm các túi được giữ theo kiểu thuận nghịch với cấu tạo mềm dẻo, vì vậy chúng có thể được đặt và xếp chồng khi cần, để đáp ứng điều kiện môi trường và sự thay đổi động lực tiềm tàng của chúng. Nói cách khác, cấu tạo mềm dẻo của RACS cho phép một hoặc nhiều túi:

- a) được đặt trên bề mặt đỡ 130 - bao gồm bề mặt không đều hoặc bề mặt nghiêng;
- b) được gắn với bề mặt này bằng cách sử dụng thiết bị neo;
- c) được gắn với nhau theo cách song song và/hoặc nối tiếp, ví dụ, bằng cách sử dụng vật liệu gắn có thể ăn khớp và tháo ra được trên mặt ngoài của túi hoặc bằng các phương tiện ghép-tách khác như cột neo xuyên qua các quai gắn; và

d) môi trường lọc phản ứng (RFM) chứa được trong khoang bên trong của túi, nhờ đó túi có độ phòng để tạo thành rào chắn vật lý để lọc chất gây ô nhiễm thô, sau đó lọc các tạp chất bằng RFM chứa bên trong, nhờ đó thực hiện các chức năng lọc thô và/hoặc lọc tinh bằng cách sử dụng quy trình khử bẩn một hoặc nhiều bước và/hoặc để định hướng dòng nước theo hướng thích hợp.

Phương án thay thế 100 được thể hiện trên Fig.2, trên đó túi có hình lăng trụ tạo thành kiện lọc, và tạo thành RACS xếp chồng. Miệng 140 đi vào khoang bên trong có thể đóng-mở. Các chi tiết này cũng có trên túi được thể hiện trên Fig.1; tuy nhiên, khoang bên trong có thể đóng-mở không được thể hiện. Phương tiện gắn 120 và cách đặt túi kiểu kiện lọc 110 trên bề mặt đỡ 130 cũng được thể hiện.

Một vài phương án được ưu tiên là túi có hai và nhiều khoang, trong đó khoang bên trong của túi được chia thành nhiều khoang nhờ đó môi trường lọc được đóng vào khoang thứ nhất có thể được tiếp nối bằng môi trường lọc thứ hai bên trong khoang thứ hai và v.v.. Điều này cho phép một dãy môi trường lọc được tiếp xúc theo trình tự đã chọn như mong muốn đối với các điều kiện môi trường.

Môi trường lọc được lắp vào khoang bên trong đã chọn trong túi, khoang này có thể có cửa riêng của nó hoặc sử dụng cửa chung trong các thiết kế khác của phương án được ưu tiên.

Khoang bên trong chứa môi trường lọc phản ứng

Mặt trong của túi tạo thành khoang bên trong để chứa môi trường lọc phản ứng (RFM). RFM này có thể chứa được bên trong khoang trong của RACS, nhờ đó cho phép RFM được đóng lỏng hoặc chặt như mong muốn và được đóng-mở và dán kín bên trong RACS.

Một ưu điểm của RFM được đóng gói chọn lọc vào RACS là nó giữ được bản chất dẻo và mềm của RACS. Ngoại lệ đối với kết cấu của kiện lọc và thiết bị lọc phản ứng (RFU), RACS không có độ mềm dẻo.

Việc chọn một hoặc nhiều RFM để đóng vào một hoặc nhiều túi chuyên dụng để tạo ra RACS được tối ưu hóa cho một môi trường cụ thể có thể được hỗ trợ bằng hệ thống thiết kế RFM trên máy tính (được mô tả ở trên) để lựa chọn đặc điểm và chức năng của quá trình khử bẩn của DMC của RFM cho một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cụ thể cần lọc.

Ví dụ, nếu chất lỏng nhiễm bẩn xác định ở dòng chảy xác định cần loại bỏ các chất gây ô nhiễm cụ thể bằng cách sử dụng RACS chuyên dụng, thì RFM hoặc DCM của RFM dưới dạng một thiết kế từ các RFM riêng rẽ, có thể được chọn để đáp ứng các yêu cầu này.

RFM có thể được thay thế trong RACS bằng cách lấy RFM đã sử dụng ra khỏi khoang của RACS và thay thế bằng một hoặc nhiều RFM mới. Sự kết hợp các RFM có

thể được chọn để đặt trong hoặc xuyên qua một số khoang liền kề trong một hoặc nhiều túi để tạo ra dây khử bẩn tuần tự cho chất lỏng nhiễm bẩn.

Tính chất mềm dẻo và dễ uốn này duy trì khả năng đặt được RACS trên bề mặt, nhờ đó nó ăn khớp hoàn toàn dọc theo tất cả các điểm của cấu trúc liên kết của bề mặt đỡ này. Độ lớn của diện tích bề mặt của RACS tiếp xúc với bề mặt đỡ sẽ phụ thuộc vào độ chặt mà RFM được đóng gói chọn lọc vào RACS.

Bố trí RACS

Các RACS thường được đặt theo đường bao vuông góc hoặc tiếp tuyến với dòng chảy thành lớp, tại các khu vực có dòng chảy tập trung, đôi khi chúng được đặt theo đường cong hình chữ V hoặc C ngược đi lên dốc, để làm giảm tốc độ của chất lỏng đi xuống dốc.

Các sản phẩm lọc dòng chảy lớn hơn như kiện lọc và thiết bị lọc phản ứng (RFU) có thể được sử dụng tại các vùng có lượng mưa và dòng chảy rất lớn. Túi và bao có thể được sử dụng kết hợp với kiện lọc và RFU ở trên đỉnh và chân dốc bằng cách đặt nhiều túi, bao và/hoặc kiện lọc/RFU ở các khoảng cách đã chọn, như cách mỗi 15 fut (4,57 m) đến 25 fut (7,62 m) theo mặt nghiêng của dốc.

Các RACS này có tác dụng như các thiết bị giảm độ dốc để làm chậm dòng chảy thành lớp trên mặt dốc hoặc trên mái che chất lỏng. Túi và/hoặc kiện lọc có đường kính lớn hơn được chọn cho các khu vực hay có lượng mưa lớn hoặc các địa điểm có độ dốc lớn hoặc dốc dài. Kiện lọc kết hợp với hệ thống nổi cho phép cố định chúng được giữ chặt cạnh nhau trên cùng một đường thẳng, cho phép sử dụng các cấu trúc kéo dài.

Bằng cách đặt các RACS song song, có kích thước lỗ của vật liệu xốp và môi trường lọc giống hoặc khác nhau, hệ thống này có thể còn làm sạch thêm các chất gây ô nhiễm giống như vậy, làm sạch các chất gây ô nhiễm khác và/hoặc bổ sung các chất mới như môi trường sinh trưởng. Vì vậy, RACS cho phép thực hiện liên tiếp nhiều bước lọc đã chọn.

Các vấn đề cần xem xét khi lựa chọn thiết kế RACS bao gồm các vấn đề được liệt kê trong bảng 1 được bao gồm trong Fig.1 và Fig.2. Việc mô hình hóa hoạt động của vật liệu xốp của túi RACS chuyên dụng kết hợp với môi trường lọc đã chọn sẽ cho kết quả lọc chất lỏng cụ thể được thể hiện trong bảng 2 đã thảo luận trên đây.

Các con đường trao đổi chất gây ô nhiễm-túi có thể được:

1. lấy mẫu tại mặt phân cách thu chất lỏng của túi RACS và/hoặc RFM,

và

2. lập bản đồ bằng cách sử dụng phân tích và thiết kế RFM được hỗ trợ bằng máy tính (được mô tả ở trên),

nhờ đó trước khi đi vào cống thoát nước mưa, mức độ khử bẩn có thể được điều chỉnh theo yêu cầu đối với chất gây ô nhiễm - nước theo các tiêu chuẩn của môi trường.

Nhiều RACS được bố trí song song

Các RACS có thể được bố trí song song nhờ đó chúng được gắn với nhau trên cạnh kéo dài nhờ đó chúng có thể làm tăng diện tích bề mặt ở dạng rào chắn để phù hợp với thể tích hoặc chiều cao của chất lỏng đã gia tăng.

Tương tự, nhiều RACS có thể được bố trí song song với nhau để đáp ứng yêu cầu lọc. Nghĩa là, các RACS có thể làm việc với nồng độ chất gây ô nhiễm cao nhất khi chất lỏng nhiễm bẩn chảy qua RACS thứ nhất, trong khi RACS thứ hai trong chuỗi song song này sẽ tiếp nhận chất lỏng đã khử bẩn một phần từ RACS thứ nhất.

Chuỗi bước khử bẩn này có thể được tiếp tục theo yêu cầu của môi trường. Nghĩa là, mỗi RACS lần lượt góp phần vào chuỗi bước khử bẩn theo bậc để thu được mức độ khử bẩn chấp nhận được. Quá trình lọc tuần tự này có thể được sử dụng cho chuỗi lọc thô và/hoặc lọc tinh (ví dụ, để giải quyết xung đột trao đổi ion).

Theo cách khác, túi đôi hoặc túi với nhiều khoang bên trong cũng có thể thực hiện chuỗi khử bẩn này khi cần, tùy thuộc vào yêu cầu dòng chảy và quá trình trao đổi.

Các hoạt động liên quan đến dòng chất lỏng và việc thu giữ chất lắng có sự phụ thuộc lẫn nhau, do đó dòng chảy và quá trình lọc có thể được tối ưu hóa theo chiến lược. Ví dụ, khi sử dụng các bước lọc tuần tự sử dụng một hoặc nhiều RACS, thì các quy trình lọc sẽ được tối ưu hóa bằng cách loại bỏ chất lắng rắn trước khi loại bỏ các chất độc hoặc chất gây ô nhiễm cụ thể. RACS có thể tối ưu hóa quá trình lọc này bằng cách tối ưu hóa bước lọc cho hiệu quả hoặc sự phụ thuộc nhiều hơn vào các bước lọc còn lại có liên quan trong quá trình lọc này.

Ví dụ, quá trình lọc được tối ưu hóa có thể bao gồm lọc thô trước khi lọc tinh, nhờ đó việc loại bỏ chất gây ô nhiễm như là bước thứ hai được tối ưu hóa nhờ kiểm soát được sự tiếp cận của RFM với chất lỏng nhiễm bẩn (chất gây ô nhiễm không còn gắn kết trong chất lắng do chất lắng bị loại bỏ ở giai đoạn trước) trong khi vẫn duy trì dòng chất lỏng đủ lớn. Nghĩa là, một hoặc nhiều RACS có thể được sử dụng để tối ưu hóa quá trình lọc bằng cách hướng đến việc khử bẩn và sử dụng dòng chất lỏng theo

một trình tự được tối ưu hóa để hỗ trợ cho việc khử bản này. Ví dụ, xem các đặc điểm trao đổi ion được thảo luận trên đây và được thể hiện trong bảng 2.

Phương pháp lọc tuần tự cũng có thể được chọn cho một loại chất gây ô nhiễm hoặc một loạt chất gây ô nhiễm. Ví dụ:

1. RACS thứ nhất có thể lọc chất lắng và/hoặc chất gây ô nhiễm X, như đã được chọn và được xác định bởi vật liệu lọc xốp của túi RACS hoặc các thành phần lọc chứa trong khoang bên trong, sau đó là

2. RACS thứ hai có thể lọc chất lắng và/hoặc chất gây ô nhiễm Y, như được chọn và xác định tiếp bởi vật liệu lọc xốp của túi hoặc các thành phần lọc chứa trong khoang bên trong, và v.v..

Việc điều chỉnh quá trình lọc chất lắng-chất lỏng có thể được thực hiện để phù hợp với các tiêu chuẩn chấp nhận được. Ví dụ, thành phần chất lắng bị thu giữ từ các mẫu được chứa trong các thành phần lọc của khoang bên trong sao cho túi RACS được đóng kín thuận nghịch để giữ các thành phần lọc bên trong; tuy nhiên các thành phần lọc này có thể được lấy ra để thử nghiệm và/hoặc được thay thế bằng một bộ lọc tinh khác thích hợp hơn với các yêu cầu môi trường và mục đích lọc hiện tại. Vì vậy, môi trường lọc có thể thay đổi khi nhu cầu môi trường thay đổi. Điều này còn cho phép đánh giá lại mức độ nhiễm bản khi môi trường lọc thay đổi. Điều này giúp xác định chính xác mức độ ô nhiễm trong nguồn cấp chất lỏng vì RACS sẽ lọc bỏ chất gây ô nhiễm theo thời gian, điều này cung cấp thông tin chính xác hơn về mức độ ô nhiễm so với việc lấy một mẫu chất lỏng nhỏ vào một thời điểm cố định. Điều này đặc biệt quan trọng khi chất gây ô nhiễm không được phân bố đều trong chất lỏng nhiễm bản.

Bước đánh giá lại này có thể không bắt buộc nhưng tốt hơn là nên có nếu các chức năng của RACS cần được tối ưu hóa hoặc được hướng tới một chất gây ô nhiễm cụ thể. Vì vậy, khi lựa chọn bước đánh giá lại, thì sự trao đổi chất lắng-chất lỏng có thể được theo dõi trước khi thực hiện bước tiếp theo của quá trình khử bản bằng thiết bị lọc.

Một ưu điểm của việc lắp đặt RACS là thường không cần đào mương, vì vậy đất sẽ không bị xáo trộn khi lắp đặt. Do đó, các RACS có thể được lắp đặt trên nền đất đóng băng hoặc thậm chí xi măng.

Bố trí RACS để tối ưu hóa quá trình lọc theo động lực học dòng chất lỏng

RACS có dạng một hoặc nhiều túi lọc chất lỏng được ghép thuận nghịch với nhau để cùng tạo thành khung RACS. RACS có thể được đặt trực tiếp trên bề mặt, như mặt đường, nhờ đó chất lỏng nhiễm bẩn sẽ chảy qua RACS và được lọc. Khung của RACS là dễ uốn nhờ đó nó có thể được uốn cong vào vị trí mong muốn để chặn dòng chất lỏng nhiễm bẩn.

Dạng mềm dẻo của RACS còn cho phép nó được đặt trên các bề mặt gồ ghề mà không tạo ra các dòng nước nhỏ đi qua các lỗ nhỏ xuất hiện khi khung rắn được đặt trên các bề mặt gồ ghề (ví dụ, đường chất lỏng, suối nhiều đá, bề mặt nhấp nhô hoặc bị xói mòn v.v.). Điều này thường có lợi khi cần một phương pháp lọc chuyên dụng trong các cống và đường ống thoát nước hoặc tại các cửa vào/nằm trong cống thoát nước mưa.

Tương tự, cống thoát nước mưa là hữu ích đối với lượng mưa thông thường, nhưng không hữu ích khi ngập lụt (ví dụ, trận lụt lớn nhất trong năm hoặc 50 năm). Khi ngập lụt, dòng nước chảy vào cống thoát nước thoát nước mưa phải cần được điều chỉnh chậm lại hoặc phân giai đoạn do hiện tượng ứ nước từ các cống thoát nước mưa sẽ xảy ra do vượt quá khả năng thoát nước. Các hiện tượng này không phải là hiếm gặp ở các vùng hay bị ngập lụt. Vì vậy, RACS có thể được bố trí bên trong các hào, trên bờ và/hoặc trong cống thoát nước mưa để làm giảm dòng chất lỏng. Fig.4A là một ví dụ về việc làm giảm dòng chất lỏng được thực hiện bằng cách sử dụng RACS như một kỹ thuật thẩm lọc để làm chậm dòng chảy nước mưa theo thời gian. Tham chiếu Fig.4B, số liệu được lấy làm ví dụ được cung cấp chỉ ra sự giảm dòng chất lỏng đạt được nhờ việc lắp đặt RACS và sự tăng khả năng thu giữ chất rắn lơ lửng (79,5%) xảy ra khi ngập lụt (cột bên phải). Cột bên trái thể hiện dòng nước mưa không sử dụng RACS. Việc giữ cho các cống thoát nước không có chất rắn là một việc cần thiết khi ngập lụt để duy trì khả năng thoát nước của cống. Việc lắp đặt RACS trong các cống thoát nước mưa khi ngập lụt có thể giúp duy trì khả năng thoát nước khi ngập lụt.

Bản chất môđun của RACS cho phép lắp đặt nhanh tại các vùng hẹp, gồ ghề, ở xa và/hoặc khó tiếp cận. Khung của RACS có thể được cố định tại chỗ (và cố định với nhau) bằng ma sát giữa mặt ngoài của (các) túi và mặt đỡ gồ ghề (ví dụ, đường hoặc đường không lát) và/hoặc bằng cách siết chặt các quai liên kết (bằng cách sử dụng cột hoặc loại tương tự).

Khi được lắp đặt, RACS có thể dẫn dòng chất lỏng nhiễm bẩn, tùy thuộc vào việc bố trí và hình dạng của khung của RACS. Nghĩa là, nếu RACS được đặt dọc theo dòng chất lỏng, thì dòng chảy sẽ không được định hướng lại; tuy nhiên, nếu RACS được đặt lệch một góc nhọn so với dòng chất lỏng, thì dòng chảy sẽ được định hướng lại một phần để chảy theo hướng của một cạnh kéo dài của RACS, trong khi một phần của chất lỏng sẽ chảy qua vật liệu xốp của RACS và thành phần bất kỳ nằm trong RACS và do đó, sẽ được lọc.

Nếu nhiều túi được ghép lại để tạo ra kết cấu dạng cốc, với phía trong cốc là để thu gom dòng chất lỏng nhiễm bẩn, thì RACS dạng cốc này sẽ có khả năng lọc tối đa do kết cấu dạng này tối đa hóa áp lực của dòng chất lỏng nhiễm bẩn đi qua vật liệu xốp của RACS. Nếu tốc độ lọc chất lỏng nhiễm bẩn quá thấp so với dòng chất lỏng nhiễm bẩn đi vào, thì sẽ xảy ra hiện tượng dòng chất lỏng nhiễm bẩn bị chặn lại.

Để khắc phục vấn đề dòng chất lỏng bị chặn này, có thể bố trí một loạt khung của RACS, ví dụ, theo cách song song để cho dòng chất lỏng được tối ưu hóa do áp suất tại một vị trí bị chặn sẽ giảm và khả năng lọc được tối đa nhờ có nhiều RACS và vì vậy, diện tích bề mặt tăng. Diện tích bề mặt tăng cũng giúp làm giảm đến mức thấp nhất nguy cơ quá bão hòa của RFM trong túi hoặc hiện tượng tắc nghẽn của bề mặt lọc thô bên ngoài của túi.

Nhiều RACS cũng có thể được đặt nối tiếp để chúng được nối với nhau tại phần hẹp nhất của chúng để tạo ra RACS kéo dài để định hướng lại dòng chất lỏng nhiễm bẩn theo hướng đã chọn.

Túi sẽ tạo ra đường hướng chất lỏng nhiễm bẩn đi vào RFM nhằm tối ưu hóa tốc độ trao đổi kết hợp với tốc độ dòng chất lỏng nhiễm bẩn.

Phương pháp lọc bằng RACS

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp lọc bằng cách sử dụng RACS. Phương pháp này tuân theo một hoặc nhiều bước dưới đây để thu giữ một hoặc nhiều chất lỏng và/hoặc chất gây ô nhiễm cụ thể.

Chất lỏng được lọc ra khỏi chất lỏng theo cách sau đây:

1. Kích thước lỗ của vật liệu xốp bên ngoài, được sử dụng để tạo thành mỗi túi, giúp giữ lại và/hoặc định hướng lại chất lỏng thô dọc theo và trên mặt ngoài của RACS; sau đó

2. phần chất lỏng mịn hơn bị ép qua vật liệu xốp nhờ áp lực chất lỏng khi gặp mặt ngoài của RACS, do đó ép chất lỏng nhiễm bẩn không chứa chất lỏng thô đi qua môi trường lọc chứa trong đó.

Quá trình lọc theo kích thước chất lỏng và/hoặc nồng độ chất gây ô nhiễm sẽ phụ thuộc vào động lực học trao đổi của vật liệu xốp bên ngoài của RACS và/hoặc các RFM chứa trong đó. Thiết kế môi trường lọc theo yêu cầu riêng cho phép thay đổi phù hợp với yêu cầu chức năng cụ thể. Kích thước lỗ của vật liệu xốp trên mặt ngoài của RACS và RFM trong RACS cho phép độ dẫn thủy lực được tối ưu hóa để tối đa hóa quá trình lọc và/hoặc quản lý các dòng chảy để, ví dụ, làm giảm ngập lụt.

Theo một phương án của sáng chế, các sự kiện bên ngoài như điều kiện môi trường có thể được đáp ứng bằng các mục đích khử bẩn môi trường mong muốn. Chúng được gọi là các sự kiện bên trong mà có thể được chọn bằng cách lựa chọn kỹ thuật trao đổi chất lỏng-chất lỏng thông qua việc chọn thiết bị RACS từ:

1. Vải lọc (vật liệu xốp bên ngoài) của RACS; kết hợp với
2. Vật chứa RACS chứa thành phần môi trường lọc tinh, mà cùng với nhau tạo ra khả năng thu giữ chất lỏng và tạo ra mặt phân cách khử bẩn.

Ví dụ về việc chọn vật liệu xốp và môi trường lọc khác nhau được thể hiện trên Fig.5A và Fig.5B, thể hiện sự giảm rõ rệt của dòng ra nhiễm bẩn và sự cải thiện chất lượng chất lỏng nói chung.

Bao

Bao có thể được sử dụng với RFM hơn là được sử dụng cùng với một hoặc nhiều túi. Túi và bao là giống nhau ngoại trừ kích thước:

Túi có hình dài trong khi mặt cắt ngang có hình tròn, hình ovan, hình chữ D hoặc dạng có thể lựa chọn khác, trong khi bao là túi vải địa kỹ thuật (giống đệm đi vắng hoặc có hình dáng giống chiếc gối nhiều hơn).

Các khoang bên trong chứa đầy môi trường lọc thiết kế riêng được đóng vào kiện lọc, là thiết bị để lọc chất lỏng lắp trên mặt đất nêu trên. Bao và kiện lọc là các dạng của RACS có hệ thống khóa có thể đóng-mở được thiết kế đặc biệt để lắp vào và/hoặc lắp lại môi trường lọc để tái sử dụng vỏ vải địa kỹ thuật.

Ví dụ, theo một thiết kế của phương án ưu tiên, bao và/hoặc kiện lọc có thể đóng-mở được sau khi lắp RFM vào bằng hệ thống nối được tạo bởi phương tiện cố định Velcro hoặc vật liệu đóng kín khác để bảo đảm là chất lỏng chảy không đẩy RFM

phá vỡ môi đóng kín. Trong trường hợp trong đó môi đóng kín cần bảo vệ thêm, thì các túi được đặt đối đầu dọc sườn dốc và các đầu này được khóa với nhau để hỗ trợ thêm cho môi đóng kín.

Kiện lọc

Giống với túi lọc và túi, kiện lọc có:

- 1) vỏ ngoài;
- 2) vị trí đi vào khoang bên trong từ vỏ ngoài có thể đóng-mở được giống với túi và túi lọc, và
- 3) phương tiện gắn.

Tuy nhiên, theo một phương án khác, kiện lọc có một hoặc nhiều trong số các phần dưới đây:

1) khoang bên trong để chứa RFM ở dạng một hoặc nhiều hộp RFM có thể thay thế được được nạp bằng RFM có thể lựa chọn được và được ưu tiên, trong đó mặt ngoài của hộp được làm từ vật liệu xốp như vải địa kỹ thuật. Khoang bên trong này có thể được nạp bằng các hộp hoặc được để rỗng một phần để chúng có thể thu gom hiệu quả và giữ lại bùn và chất lắng trong dòng chảy trong khi vẫn loại bỏ các chất gây ô nhiễm như chất gây ô nhiễm hóa học, dinh dưỡng và sinh học bằng cách sử dụng hộp RFM đã chọn nằm ở đáy của ngăn thoát nước của kiện lọc. Ví dụ, chất gây ô nhiễm thô như lá cây, rác và các chất rắn khác có thể được giữ lại trên hộp RFM, trong khi chất lỏng nhiễm bẩn sẽ đi qua hộp RFM trên đáy của ngăn thoát nước; và

2) vỏ ngoài có hình dạng của ngăn thoát nước bằng cách sử dụng tầng ở dạng khung cứng hình chữ nhật. Theo một thiết kế, tầng này có dạng khung của kiện lọc bên trong được bọc bằng vỏ ngoài, nhờ đó cho phép oxy hóa, cải tạo và tái tạo chất lỏng đi qua.

Kiện lọc được phát triển cho các trường hợp dòng chảy lớn hơn để làm giảm đáng kể sự di chuyển của các chất lắng và chất gây ô nhiễm vào hệ thống thoát nước trong khi vẫn cho phép chất lỏng đã khử bẩn đi qua dễ dàng.

Theo một thiết kế của phương án này, bao để dùng trong kiện lọc có kích thước khoảng 700 mm x 420 mm x độ dày 150 mm - 200 mm. Các thiết kế khác có thể có các bao có kích thước khác nhau.

Kiện lọc theo một thiết kế khác có khung ngoài được làm bằng chất dẻo có tỷ trọng cao, dạng chia ô hoặc làm từ vật liệu thay thế thân thiện với môi trường để tạo ra

khung ngoài bao quanh bao. Khung này cho phép chất lỏng đi qua nó nhờ đó được oxy hóa. Thiết bị này thích hợp cho dòng nước có tốc độ chảy lớn hơn và thời gian lưu dài hơn như trận lụt lớn nhất trong 10 năm, trong đó thời gian lưu lại của dòng nước đòi hỏi ít nhất là 48 giờ và với dung tích như trận mưa có lưu lượng mưa 4 inso (101,6 mm).

Một hoặc nhiều bao cũng có thể được đóng vào kiện lọc trong các giai đoạn xây dựng nhà hoặc tại các địa điểm chiến lược có lượng chất gây ô nhiễm rất cao. Bao của kiện lọc có thể có các hộp môi trường lọc có thể thay thế được hoặc các môi trường lọc rời được đóng vào. Theo cách khác, một số bao có thể đóng được vào thiết bị lọc phản ứng (RFU).

Thiết bị lọc phản ứng

RFU là một phiên bản có kích thước lớn hơn của kiện lọc. RFU, ví dụ, thường có thể có kích thước một mét khối; tuy nhiên, kích thước này có thể mở rộng từ 10% đến 10.000%) khi cần. RFU có thể xử lý các dòng chảy lớn hơn so với RACS ở dạng túi lọc, bao hoặc kiện lọc.

Theo một thiết kế của phương án này, RFU có thể chứa các RACS ở dạng bao, trong đó các bao này có kích thước khoảng 1000 mm x 300 mm x độ dày 200 mm. Thông thường, RFU có thể chứa tới 12 bao. Thiết kế khác có thể chứa các bao có kích thước khác cũng như nhiều bao có các kích thước khác nhau.

Thiết bị lắp đặt trong cống

Thiết bị lắp đặt trong cống (kiểu kiện lọc nghĩa là, thiết bị lắp đặt trong cống kiểu kiện lọc) bao gồm hệ thống hộp, chứa RFM (RFM) để tập trung đặc biệt vào các chất gây ô nhiễm từ mặt đường, bãi đỗ xe và các bề mặt được đóng kín khác, để:

1. thu giữ dòng chảy ô nhiễm từ mặt đường;
2. lọc dòng chảy bằng RFM; và
3. dẫn chất lỏng đã xử lý vào hệ thống thoát nước.

Thiết bị lắp đặt trong cống này thường bền với khung được chế tạo từ nhựa tái chế có tỷ trọng cao/kim loại và được tạo hình để dễ lắp đặt và giữ được trong hệ thống thoát nước đã chọn. Thiết bị lắp đặt trong cống cũng được sử dụng để hướng dòng chất lỏng ra khỏi RACS, kiện lọc và/hoặc RFU vào cống thoát nước. Cũng có các vật trên bốn cạnh để hướng chất lỏng vào kiện lọc vì nó thường nhỏ hơn hố thoát nước.

Thiết bị lắp đặt trong cống được treo trên lưới hiện có của cống thoát bằng các dây đai gắn vào bộ phận nối cố định như các dải Velcro bằng phương tiện gắn trên RACS, kiện lọc và/hoặc RFU trong cống thoát nước.

Các hộp chứa trong thiết bị lắp đặt trong cống có thể thay thế được và/hoặc có thể làm sạch bằng cách xối ngược. Khung này còn cho phép oxy hóa chất lỏng đã xử lý trước khi xả vào cống.

Chọn RACS cho túi, dạng túi, bao, túi lọc, kiện lọc và/hoặc

Thiết bị lọc phản ứng

RACS là thiết bị lọc tạo ra quá trình lọc thô và lọc tinh khi cần đáp ứng các yêu cầu lọc quan trọng. Việc chọn RACS phụ thuộc vào các yếu tố:

1. Chất gây ô nhiễm cần loại bỏ: chúng ở dạng hạt và/hoặc hòa tan, hydrocacbon, kim loại, chất dinh dưỡng & vi khuẩn (hoặc kết hợp của chúng)
2. Thời gian tồn tại của chất gây ô nhiễm: nó có tồn tại hoặc phân hủy đến một mức độ chấp nhận được trong một khoảng thời gian thích hợp hay không?
3. Độ dẫn thủy lực của túi RACS (kích thước lỗ, đặc tính ion hóa, v.v.)
4. Quản lý dòng chảy để kiểm soát quá trình lọc ở một mức độ chấp nhận được: nếu dòng chảy quá chậm, thì không đạt được quá trình lọc thích hợp, trong khi dòng chảy nhanh có thể không cho phép quá trình lọc theo kịp dòng chảy;
5. Quản lý chất lỏng thấm ra, trong đó môi trường lọc bất kỳ cần tính đến không chỉ là quá trình lọc chất gây ô nhiễm, mà còn cả việc bổ sung thành phần mới vào chất lỏng đi qua RACS bao gồm RFM đi kèm theo nó;
6. Độ ổn định của RACS được lựa chọn để nó có thể phân hủy được nếu nó đóng có tác dụng làm nguồn dinh dưỡng và/hoặc vẫn còn lại trong các khu vực như bãi rác v.v.;
7. Thiết kế chuỗi xử lý, trong đó nhiều luồng chất lỏng nhiễm bẩn đi qua nhiều RACS, sao cho luồng chất lỏng nhiễm bẩn thứ nhất đã lọc hết chất gây ô nhiễm mong muốn, sau đó có thể có các chất gây ô nhiễm khác vẫn cần cần loại bỏ.

Tái chế

Khi chất gây ô nhiễm và (các) chất trao đổi hóa học tiềm năng có liên quan đã bị giữ lại trong RFM đã chọn, thì có thể thực hiện việc loại bỏ và thay thế môi trường lọc ra khỏi RACS hoặc bao nếu cần (RACS bao gồm các bao đã nêu trong phần này). Việc này cho phép tái chế RACS và/hoặc môi trường lọc của RACS. RACS tái chế

và/hoặc môi trường lọc đã loại bỏ có thể được sử dụng làm nguồn dinh dưỡng nếu các chất gây ô nhiễm đã thu gom được có thể dùng được. Ví dụ, quá trình lọc chất lỏng màu xám làm cho RACS và môi trường lọc đi kèm trở nên rất thích hợp để tái chế do chúng giàu chất dinh dưỡng.

RFM có thể chứa các chất dinh dưỡng đã chọn và kim loại có giá trị sinh học cao hơn so với lượng chứa trong một số lớp đất bề mặt. Tuy nhiên, điều này không nên hiểu là dòng nước mưa có nồng độ hoặc lượng kim loại và chất dinh dưỡng cao hơn. Nghiên cứu của Glanville, và cộng sự năm 2003 đã so sánh chất lượng chất lỏng của dòng nước mưa thu được từ mảnh đất được xử lý bằng phân ủ và mảnh đất đã xử lý lớp đất bề mặt. Họ đã phát hiện là mặc dù phân ủ được sử dụng trong nghiên cứu chứa nồng độ kim loại và chất dinh dưỡng cao hơn có ý nghĩa thống kê so với lớp đất bề mặt được sử dụng, nhưng tổng khối lượng của chất dinh dưỡng và kim loại trong dòng chảy từ các mảnh đất được xử lý bằng phân ủ nhỏ hơn đáng kể so với các mảnh đất được xử lý bằng lớp đất bề mặt. Tương tự, Faucette và cộng sự (năm 2005) đã phát hiện thấy rằng lượng nitơ và photpho trong các mảnh đất có gieo hạt thủy lực và mảnh đất đã xử lý bằng rào chắn bùn cao hơn đáng kể so với các mảnh đất được xử lý bằng lớp phân ủ và bờ chắn có tác dụng lọc. Tại các khu vực trong đó chất lỏng thu gom có hàm lượng chất dinh dưỡng cao, sản phẩm RFM có thể được chọn để đáp ứng các yêu cầu về thổ nhưỡng. Các chất dinh dưỡng trong vật liệu hữu cơ của RFM thường ở dạng hợp chất hữu cơ và vì vậy, chúng khó hòa tan hơn và có thể khó di chuyển vào chất lỏng thu gom.

Khoang bên trong của RACS, khi chứa môi trường lọc đã sử dụng để lọc chất gây ô nhiễm (bằng cách tạo chelat v.v.) cũng có thể được lựa chọn để lại trong RACS để không gây xáo trộn chất gây ô nhiễm trong môi trường lọc này. RACS có thể tiếp tục lọc ra hết các chất gây ô nhiễm khác và/hoặc được bỏ đi vì lý do an toàn, dưới dạng rác thải hoặc dưới dạng nguồn dinh dưỡng nếu môi trường lọc và các chất gây ô nhiễm là thích hợp, tùy thuộc vào:

1. liệu các chất sinh học gây nguy hiểm có trong đó hoặc được sử dụng hay không;
2. khả năng xác định và ước lượng chính xác thời gian tồn lưu của chất gây ô nhiễm trong RACS và các hàm lượng của nó, và

3. RFM có được thiết kế để được loại bỏ tối ưu làm nguồn dinh dưỡng hay không. Điều này là một trong số các lợi ích của việc sử dụng thiết kế RFM bằng máy tính cho quá trình lọc và loại bỏ chuyên dụng.

Tái chế các thành phần RACS

Mỗi thành phần của RACS đều có thể thay thế và/hoặc tái chế được dưới dạng thành phần môđun.

Việc thay thế vỏ ngoài của RACS, như vải địa kỹ thuật cùng với RFM bên trong và/hoặc (các) hộp lọc của kiện lọc (chứa RFM) có thể được thực hiện và phụ thuộc vào lượng bùn và chất lắng. Tương tự, khung của kiện lọc cũng được làm từ vật liệu có thể tái chế và thay thế.

Việc làm sạch các thành phần của RACS có thể được thực hiện, nếu:

1. Cần loại bỏ bùn/chất lắng được tích tụ trên mặt ngoài của RACS và (khi khô) cần chải mặt trước của kiện lọc để duy trì độ xốp cho các dòng chảy tiếp theo;
2. Nếu vật liệu ngoài, như vải địa kỹ thuật bao quanh RACS, bị tắc thì nó có thể được làm sạch bằng cách, ví dụ, chải bằng chổi cứng.

Gắn kết các RACS

Các RACS có thể được gắn kết với nhau dọc theo cạnh kéo dài hoặc theo kiểu đối đầu. Phương tiện gắn kết là bằng vật liệu có thể dán-bóc như Velcro và các vật liệu có thể dán-bóc khác. Dải Velcro trên mỗi góc của kiện lọc giúp tạo ra thành. Ví dụ, việc bố trí các kiện lọc cạnh nhau khi được liên kết với nhau bằng dải Velcro trên mỗi góc cho phép mỗi túi được đưa vào như là một đơn vị để xây dựng thành hoặc rào chắn đến độ dài cần thiết.

Phương pháp neo giữ được ưu tiên là lồng cọc xuyên qua các vòng có sẵn của RACS ở các khoảng cách bằng nhau; theo cách khác, cọc có thể được đặt trên cạnh xuôi dòng của sản phẩm. Các đầu của RACS chứa mỗi bịt kín có thể đóng-mở được bên trong khoang trong cần được hướng ngược lên dốc để ngăn nước mưa chảy vào đầu sản phẩm hoặc làm hỏng mỗi bịt kín này. RACS cũng có thể được giữ (ví dụ, dựa vào hàng rào bao quanh) nếu nó không cần được neo giữ ở địa điểm hoặc sườn dốc bằng phương tiện gắn.

RACS có thể xếp chồng

Các RACS có thể xếp chồng lên nhau bằng cách sử dụng phương tiện gắn được mô tả ở trên. Ưu điểm của việc dễ xếp chồng cũng như tính mềm dẻo, trong trường hợp

của túi và bao, là ở chỗ các cọc neo giữ có thể được lồng qua quai của mỗi RACS để tạo thành hàng rào lọc/bộ phận dẫn hướng/thành lọc có cấu trúc phụ và/hoặc lực neo giữ so với chỉ một mình mỗi liên kết này (ví dụ, Velcro).

Các bộ phận liên kết và/hoặc neo giữ này cho phép các dạng mong muốn và/hoặc được đòi hỏi bởi môi trường (biện pháp chống lụt v.v.) được tạo thành từ nhiều RACS nhờ đó chọn được các RACS có:

1. diện tích bề mặt sẵn có để lọc;
2. vị trí để kiểm soát vận tốc dòng chảy và hướng của chất lỏng nhiễm bẩn cả theo cắt ngang và dọc theo các RACS.

Tính mềm dẻo của RACS cho phép một hoặc nhiều kiểu RACS (túi, bao, kiện lọc và/hoặc RFU) được đặt vào vị trí mong muốn và trong trường hợp của túi, thậm chí ở các vị trí giới hạn. Cho đến nay, nhiều giải pháp với khung cố định vẫn chưa được thay đổi để đặt được vào ở các vị trí bất thường, khó và/hoặc bị hạn chế.

Các RACS có thể quản lý bằng lao động của con người

Các RACS có quai nằm trên mặt ngoài của túi RACS để cho phép một hoặc nhiều RACS được cố định và/hoặc đặt vào một vị trí. Các RACS có thể được cố định ở một vị trí bằng cách sử dụng thiết bị neo giữ như một hoặc nhiều cọc rào như cọc hình sao. Điều này cho phép nhiều RACS được đặt ở các vị trí cố định ở dạng hàng rào để chúng có thể chịu được áp lực đáng kể của dòng chất lỏng nhiễm bẩn mà không bị trôi đi.

Tham chiếu Fig.1, trong một phương án được ưu tiên, một hoặc nhiều RACS 100 ở dạng chương trình lọc không cần kết hợp sự tạo khoang với máy lọc nhưng cho phép mặt phân cách trao đổi chất lỏng/chất độc/chất gây ô nhiễm cụ thể thực hiện các bước:

1. lọc chất lỏng từ:
 - a. quá trình thu chất lỏng bằng cách sử dụng một hoặc nhiều trong số các cách dưới đây
 - i. mặt phân cách ngoài của túi 110 qua đầu vào thu chất lỏng; và/hoặc
 - ii. lựa chọn môi trường lọc bên trong (không được thể hiện) để có thể thu chất lỏng khi dòng nước đi qua môi trường lọc này;
- nhờ đó có thể thu chất lỏng.

Quá trình thu chất lắng có thể được thực hiện bằng một hoặc nhiều RACS, tiếp nhận chất lắng bằng cách:

2. liên kết chất lắng của chất lỏng bằng một hoặc nhiều chất trao đổi hóa học của RFM được chọn cho dòng chất lỏng này khi được chuyển hướng bằng SCAH, nhờ đó đáp ứng được các yêu cầu thu chất lắng. Điều này cho phép các tài nguyên của dòng chất lỏng được sử dụng triệt để hơn, vì bây giờ dòng chất lỏng đang tạo ra năng lượng để thực hiện quá trình lọc chất lắng. Vì vậy, không cần đến phương tiện làm sạch cơ khí.

Có các bước ưu tiên là các bước phụ tùy chọn bao gồm một hoặc nhiều bước tiếp theo bước 1 và bước 2 trên đây bao gồm:

3. RACS có thể xếp chồng nhờ mặt ngoài có thể ghép-tách hoặc có thể dính được của RACS (theo cách khác, bộ phận nối kiểu quai có thể được sử dụng để liên kết các RACS với nhau) để cho RACS có thể được chọn theo cách tuần tự. Ví dụ, một thiết kế theo phương án này cho phép quá trình lọc chất lắng tối đa xảy ra với RACS thứ nhất trong hàng, sau đó là quá trình lọc chất lắng tiếp theo xảy ra với RACS trong hàng và v.v. cho đến khi hiệu quả lọc chất lắng thích hợp xảy ra;

4. việc đặt RACS mềm dẻo sẽ bảo đảm quá trình thu chất lắng được tối ưu hóa bằng cách dẫn các đường chảy của chất lỏng nhiễm bẩn để sử dụng có hiệu quả tốc độ dòng chất lỏng và áp lực dòng nước để bảo đảm hiệu quả lọc tối đa với chi phí nhân lực ít nhất; và

5. một hoặc nhiều RACS có thể được chọn cho các điều kiện sẵn có như được thể hiện trên Fig.6, trong đó RACS được chọn cho dòng chất lỏng, độ sâu và đặc điểm lọc. Sau đó, các RACS đã chọn này sẽ được đặt trên các đường chảy của chất lỏng đã chọn để thu chất lắng, nhờ đó tối ưu hóa, ví dụ, để làm giảm thiểu các bước cần thiết bằng cách loại bỏ sự trùng lặp bất kỳ của RACS. Nghĩa là, RACS được chọn cho các điều kiện và nhu cầu lọc chất lắng.

Việc sử dụng một hoặc nhiều RACS trong môi trường cho phép người sử dụng chọn được số lượng RACS ít nhất để thu chất lắng theo vải bên ngoài và môi trường lọc bên trong của RACS. Nghĩa là, các RACS có thể được làm cho thích hợp theo các yêu cầu lọc chất lắng và nếu cần, phân tầng quá trình lọc nhờ đó RACS tuân theo một trình tự lọc chất lắng theo từng bước để khử bẩn/cải tạo theo các yêu cầu lựa chọn của quá trình thu chất lắng.

Ví dụ, nếu giải pháp trao đổi chất lỏng-chất lỏng là cần thiết cho một quá trình thu chất lỏng cụ thể (hoặc cho môi trường cụ thể, trong đó các vấn đề cân nhắc khác thu hẹp các lựa chọn khả dụng), thì (các) chất lỏng có thể được thu giữ bằng cách ứng dụng một hoặc nhiều RACS. Fig.7 thể hiện một số môi trường này và các vấn đề cần được tính đến.

Chỉ RFM hoặc cùng với RACS: khu vực sử dụng

Chỉ RFM hoặc RACS (được mô tả dưới đây như một phương án thay thế) chứa một hoặc nhiều RFM đã chọn để sử dụng trong các khu vực có thảm thực vật thích hợp cho sự cư trú của con người, bao gồm:

1. Vườn mưa
2. Khu vực cảnh quan
3. Vườn trên mái
4. Tường chắn
5. Sân chơi thể thao
6. Chậu cây

Việc sử dụng trong các khu vực có thảm thực vật bao gồm việc xử lý vật lý, hóa học và/hoặc sinh học của dòng chảy ô nhiễm trong các khu vực, bao gồm:

1. Bể thấm nước tự hoại
2. Hồ trứng
3. Đầm lầy

Sử dụng trong các ứng dụng phi cây trồng như:

1. Thiết bị lọc cát
2. Hồ điều hòa
3. Móng dưới áo đường (loại không có cấu trúc)
4. Móng dưới áo đường (loại có cấu trúc)
5. Hệ thống rẽ hướng gôi cống-hố ga
6. Hệ thống lát thấm bên dưới
7. Hệ thống thoát nước dưới bề mặt
8. Bãi đỗ xe

Một ưu điểm của RACS là nó cho phép xem xét lại một hoặc nhiều quá trình thu chất lỏng, trong đó các chi tiết của quá trình thu chất gây ô nhiễm cần được xác nhận.

Các chất kích thích sinh trưởng và/hoặc các giá thể cho vi khuẩn có thể được sử dụng làm môi trường lọc được chứa trong RACS để tăng cường quá trình sinh trưởng của cây trồng nhận được dòng chất lỏng và/hoặc làm giảm quá trình sinh trưởng của cỏ dại. Ngoài ra, các chất dinh dưỡng và/hoặc các vi khuẩn có lợi/hệ sinh vật đều có thể được bổ sung vào môi trường lọc của RACS.

Bằng cách cung cấp các RACS cho, ví dụ, cửa vào hoặc đường ống trong của cống thoát nước mưa, RACS này có thể là thiết bị lọc tùy theo sự nhiễm bẩn và nhu cầu của môi trường.

Do đó, sáng chế đề xuất một hoặc nhiều RACS, phương pháp và hệ thống để khắc phục ít nhất một trong số các hạn chế của các giải pháp kỹ thuật đã biết bằng cách hỗ trợ dòng chất lỏng tại các điểm lọc hoặc ranh giới lọc của nó để lọc và/hoặc trao đổi các chất gây ô nhiễm theo kiểu nhiều bước hơn và đề xuất phương tiện cho phép trao đổi các yêu cầu giữa dòng chất lỏng, quá trình thu giữ chất lắng tại một hoặc nhiều vị trí đã chọn theo nhu cầu.

Sáng chế đề xuất RACS để lọc chất lắng cụ thể để đáp ứng nhu cầu khẩn cấp của môi trường. Tuy nhiên, sẽ được hiểu rõ là sáng chế không bị giới hạn ở lĩnh vực cụ thể này hoặc không bị giới hạn ở các phương án hoặc ứng dụng cụ thể được mô tả trong bản mô tả này.

Cụm từ bao gồm (comprises/comprising) được sử dụng trong bản mô tả này dùng để xác định sự có mặt của các dấu hiệu, số nguyên, bước hoặc đặc tính được đề cập nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều dấu hiệu, số nguyên, bước, đặc tính khác hoặc các kết hợp của chúng. Do đó, trừ khi ngữ cảnh quy định khác một cách rõ ràng, trong toàn bộ phần mô tả và yêu cầu bảo hộ, các hoạt động của dòng chất lỏng “bao gồm” và các từ tương tự sẽ được hiểu với ý nghĩa bao gồm nhưng không loại trừ hoặc không còn gì khác; nghĩa là, có nghĩa “bao gồm, nhưng không giới hạn ở”.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tạo môi trường lọc phản ứng (RFM) để loại bỏ hoặc làm giảm chất gây ô nhiễm hòa tan có trong nước thải, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định và phân tích nước thải để xác định nồng độ của các chất gây ô nhiễm độc hại có mặt trong nước thải, và xác định thể tích nước thải cần xử lý;

tạo ra RFM chứa các thành phần đặc biệt thích hợp để xử lý các chất gây ô nhiễm độc hại có mặt trong nước thải để loại bỏ hoặc làm giảm các chất gây ô nhiễm độc hại trong nước thải, nhờ các quy trình xử lý sinh học và/hoặc hóa học, khi nước thải đi qua RFM để thỏa mãn các giới hạn khử bản xác định trước tùy thuộc vào các tiêu chuẩn môi trường được yêu cầu và/hoặc mức khử bản được ưu tiên.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đánh giá hiệu quả khử bản của nhiều thành phần trong các điều kiện xác định trước và chọn một hoặc nhiều thành phần trong số các thành phần này để tạo ra RFM.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đánh giá hiệu quả của RFM thử nghiệm bằng cách sử dụng thử nghiệm theo mẻ và/hoặc thử nghiệm trong cột và/hoặc lấy mẫu tại hiện trường để đo khả năng của RFM thử nghiệm trong việc đạt được các giới hạn khử bản xác định trước, tốc độ dòng chảy qua RFM mong muốn và hiệu quả mong muốn của các quy trình xử lý hóa học và sinh học.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định và đánh giá hiệu quả của các thành phần và/hoặc RFM thử nghiệm, bao gồm thiết lập các đặc trưng của các thành phần và/hoặc RFM thử nghiệm bao gồm một hoặc nhiều trong số: khả năng loại bỏ các chất gây ô nhiễm cụ thể trên mỗi đơn vị nước, diện tích bề mặt, thời gian kéo dài khả năng loại bỏ hoặc làm giảm một hoặc nhiều chất gây ô nhiễm cụ thể của RFM, độ pH, phân loại kích thước hạt, CeC, độ xốp, EC, độ phân tán (lớp Emerson), phân tích hóa học, độ chín muối, quần thể vi sinh vật, cacbon, phân tích CHN, tỷ lệ C:N, mật độ khối, khả năng giữ nước, và tốc độ dòng chảy.

5. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tạo các thuật toán chức năng và dự báo, sử dụng dữ liệu môi trường và/hoặc các kết quả từ thử nghiệm theo mẻ và/hoặc trong cột, để mô hình hóa chức năng của RFM thử nghiệm và/hoặc các thành phần trong các điều kiện môi trường đã chọn để xác định công thức cho RFM được tạo ra.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các chất gây ô nhiễm có mặt trong nước thải được xếp hạng theo mức độ độc hại của các chất gây ô nhiễm, trong đó RFM được tạo ra tối thiểu phải xử lý được các chất gây ô nhiễm độc hại nhất.
7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó nhiều RFM được tạo ra để loại bỏ hoặc làm giảm các chất gây ô nhiễm hòa tan khác nhau có mặt trong nước thải, trong đó các RFM được cấu tạo để sử dụng theo kiểu nối tiếp và/hoặc song song để xử lý nước thải theo quy trình theo bước.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các thành phần của RFM được chọn dựa vào các tiêu chuẩn bao gồm các chất gây ô nhiễm có mặt trong nước thải, tốc độ dòng chất lỏng mong muốn chảy qua RFM, tạo thuận lợi cho sự phát triển của thực vật, và tránh gây ô nhiễm cho các đường nước xung quanh.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó RFM loại bỏ và làm giảm mức ô nhiễm trong nước thải bằng một hoặc nhiều quy trình hóa học và/hoặc sinh học sau đây: hút thấm, hấp thụ, trao đổi ion, kết tủa, bay hơi, phân hủy sinh học vi sinh vật, xử lý ô nhiễm bằng thực vật sống, cấy vi khuẩn, hiệu ứng tĩnh điện, kiểm soát động học, làm lắng, tạo chelat, keo tụ.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó RFM được cấu tạo để loại bỏ các chất gây ô nhiễm bao gồm ít nhất một trong số BOD, CBOD5, TKN (NH_4 & NO_3), TP (các hạt, được hòa tan, có thể hòa tan), E. coli, TSS, kim loại, hydrocacbon, Btex.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó RFM là môi trường lọc chất độc có khả năng loại bỏ hoặc làm giảm vi khuẩn thuộc ít nhất một trong các nhóm sau đây: *Rhodococcus rhodochrous*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sphingomonas herbicidovorans*, *Bacillus subtilis* và *Escherichia coli*.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các thành phần của RFM bao gồm một hoặc nhiều trong số vật liệu hữu cơ tái chế được, vật liệu khoáng và chất cây vi sinh.
13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nước thải là ít nhất một trong số nước mưa, dòng chảy bề mặt, hoặc nước phụ phẩm công nghiệp.

14. Môi trường lọc phản ứng được tạo ra bằng phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên. 2

15. Hệ thống lọc bằng RFM để loại bỏ hoặc làm giảm chất gây ô nhiễm hòa tan có trong nước thải, hệ thống này bao gồm: 3

hộp mềm tạo thành khoang trong;

vải thấm được tạo thành mặt ngoài của hộp mềm và có hệ thống nổi để có thể đóng-mở được mặt ngoài của hộp mềm, vải thấm có quai được cố định vào mặt ngoài của hộp mềm để hướng mặt ngoài của hộp mềm tiếp xúc ít nhất một phần với nguồn nước thải bị ô nhiễm; và

môi trường lọc phản ứng (RFM) được chứa bên trong khoang trong của hộp mềm;

trong đó RFM bao gồm các thành phần được chọn để xử lý đặc biệt các chất gây ô nhiễm độc hại đã được xác định là có mặt trong nước thải để loại bỏ hoặc làm giảm các chất gây ô nhiễm độc hại này trong nước thải, nhờ các quy trình xử lý sinh học và/hoặc hóa học, khi nước thải đi qua RFM để thỏa mãn các giới hạn khử bản xác định trước tùy thuộc vào các tiêu chuẩn môi trường được yêu cầu và/hoặc mức khử bản được ưu tiên.

16. Hệ thống lọc bằng RFM theo điểm 15, trong đó hộp này tạo thành khoang trong thứ nhất và khoang trong thứ hai, khoang trong thứ hai chứa RFM khác với khoang trong thứ nhất.

17. Hệ thống lọc bằng RFM theo điểm 15 hoặc 16, trong đó RFM được cấu tạo để loại bỏ các chất gây ô nhiễm bao gồm ít nhất một trong số BOD, TKN (NH_4 & NO_3), TP (các hạt, được hòa tan, dễ hòa tan), E. coli, TSS, kim loại, hydrocacbon, Btex.

18. Hệ thống lọc bằng RFM theo điểm bất kỳ trong các điểm từ 15 đến 17, trong đó RFM là môi trường lọc chất độc có khả năng loại bỏ hoặc làm giảm vi khuẩn thuộc ít nhất một trong các nhóm sau đây: *Rhodococcus rhodochrous*, *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sphingomonas herbicidovorans*, *Bacillus subtilis* và *Escherichia coli*.

19. Hệ thống lọc bằng RFM theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 15 đến 18, trong đó quai này là neo giữ để đặt cố định hộp vào bề mặt ngoài.

20. Hệ thống lọc theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 15 đến 19, trong đó hệ thống này còn bao gồm phương tiện chứa được cấu tạo để chứa hộp trong đó.

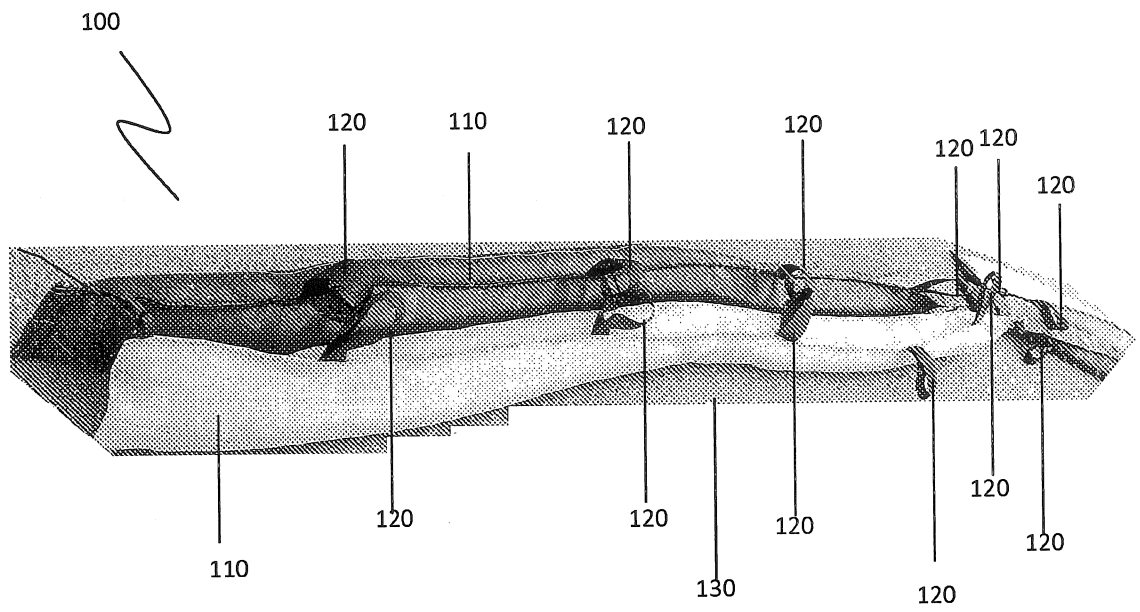


FIG. 1

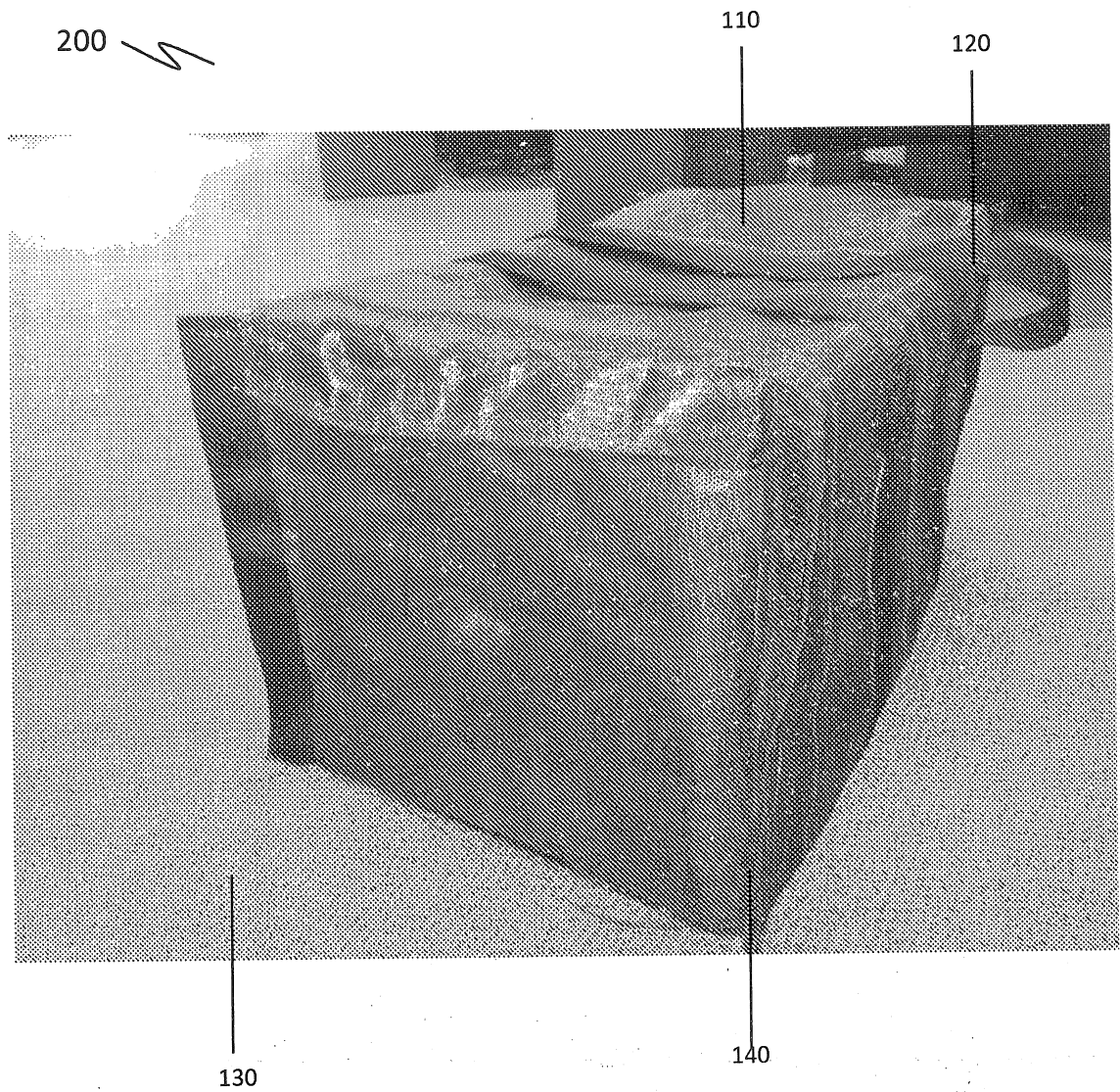


FIG. 2

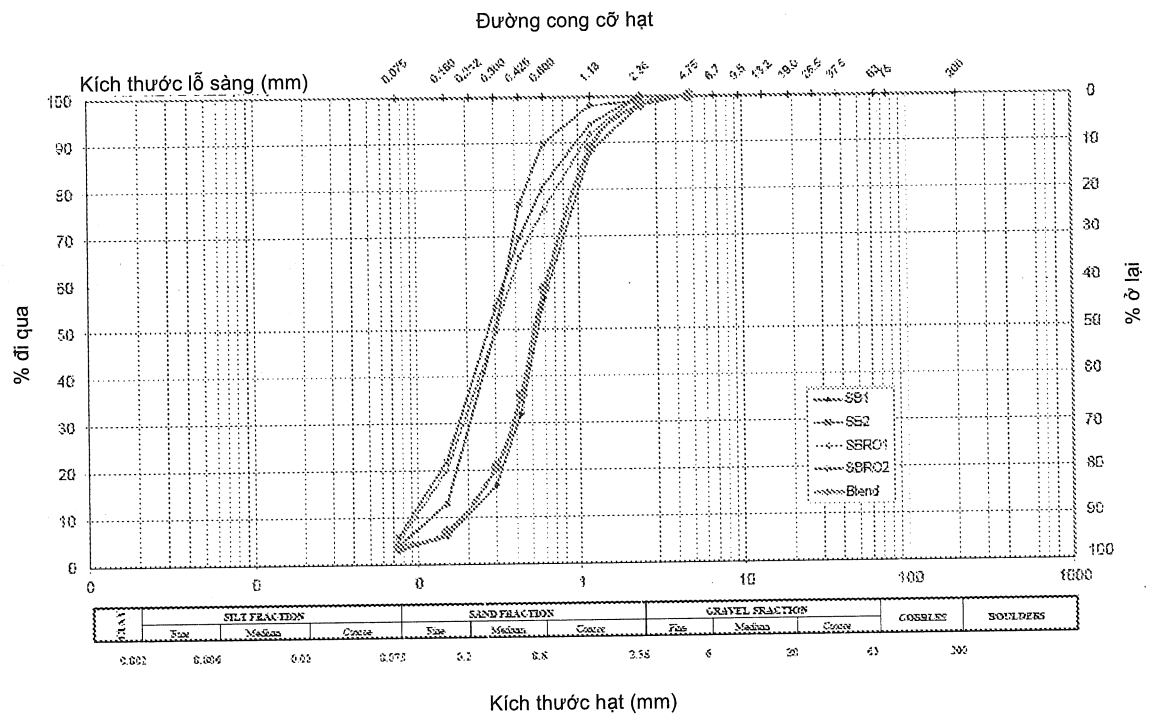


FIG. 3

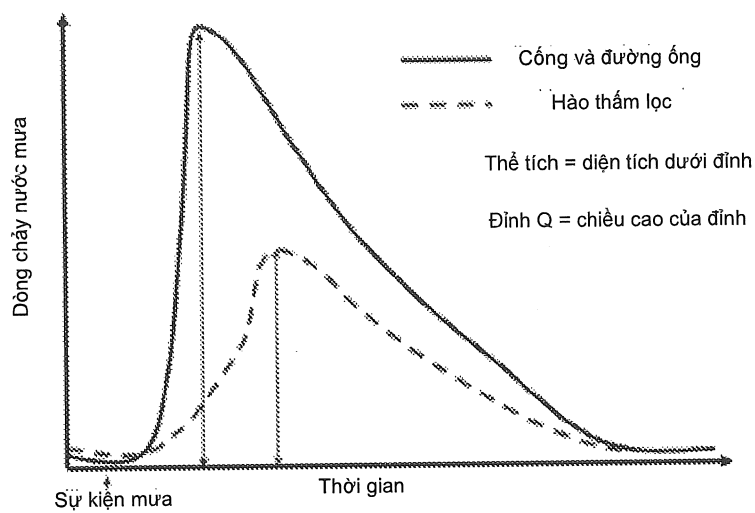


FIG. 4A

	Mức độ giảm (%)	
Dòng chảy (triệu l/năm)	2,1	0,2
Dòng chảy đỉnh (m ³ /giây)	72	56,2
Tổng chất rắn lơ lửng (kg/năm)	34,4	79,5
Tổng photpho (kg/năm)	25,5	50,9
Tổng nitơ (kg/năm)	8,1	30,8
Tổng chất gây ô nhiễm (kg/năm)	100	100

FIG. 4B

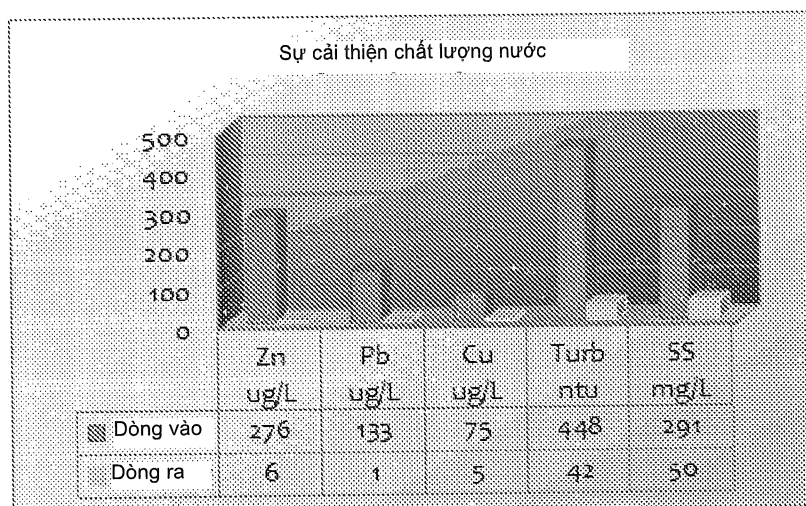


FIG 5A

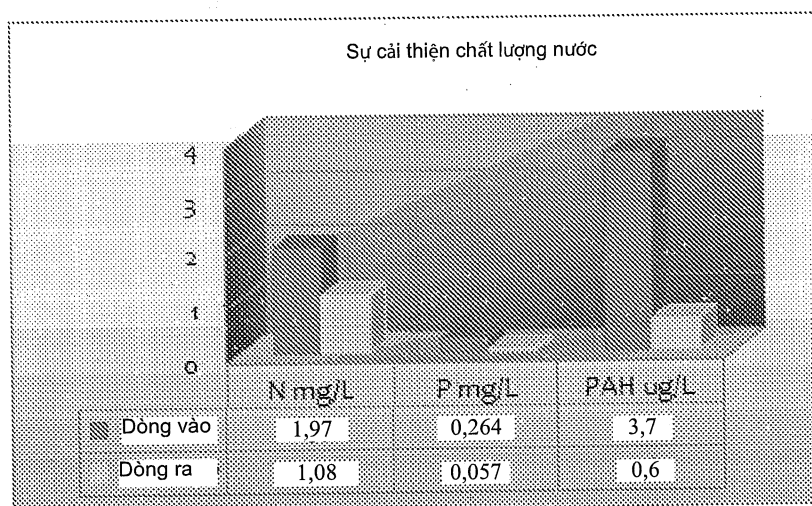


FIG 5B

Properties of Media Filtration

Location: SCAC Design Products >>

Inlet Properties

Low Flow By-pass (cubic metres per sec) 0.000

High Flow By-pass (cubic metres per sec) 100.000

Storage Properties

Extended Detention Depth (metres) 2.00

Surface Area (square metres) 1500.0

Exfiltration Rate (mm/hr) 0.00

Filtration Properties

Filter Area (square metres) 300.0

Filter Depth (metres) 1.0

Filter Median Particle Diameter (mm) 1.00

Saturated Hydraulic Conductivity (mm/hr) 500.00

Depth below underdrain pipe (% of Filter Depth) 0.0

Outlet Properties

Overflow Weir Width (metres) 2.0

Flows... Notes... More

X Cancel < Back ✓ Finish

FIG 6

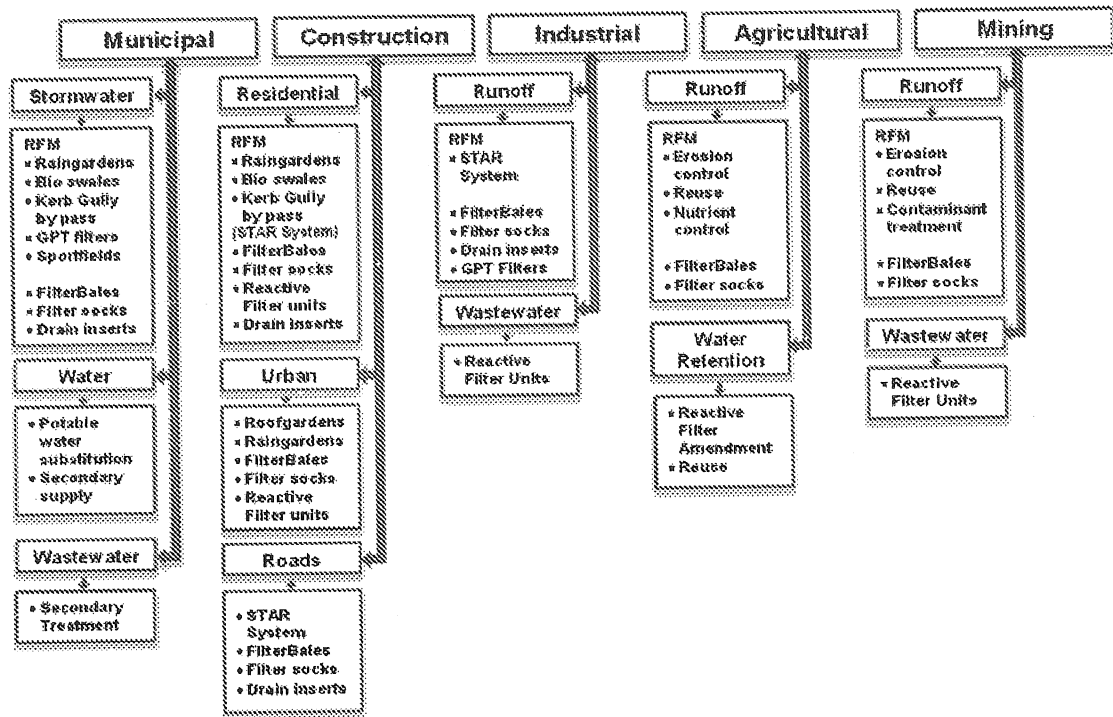


FIG. 7

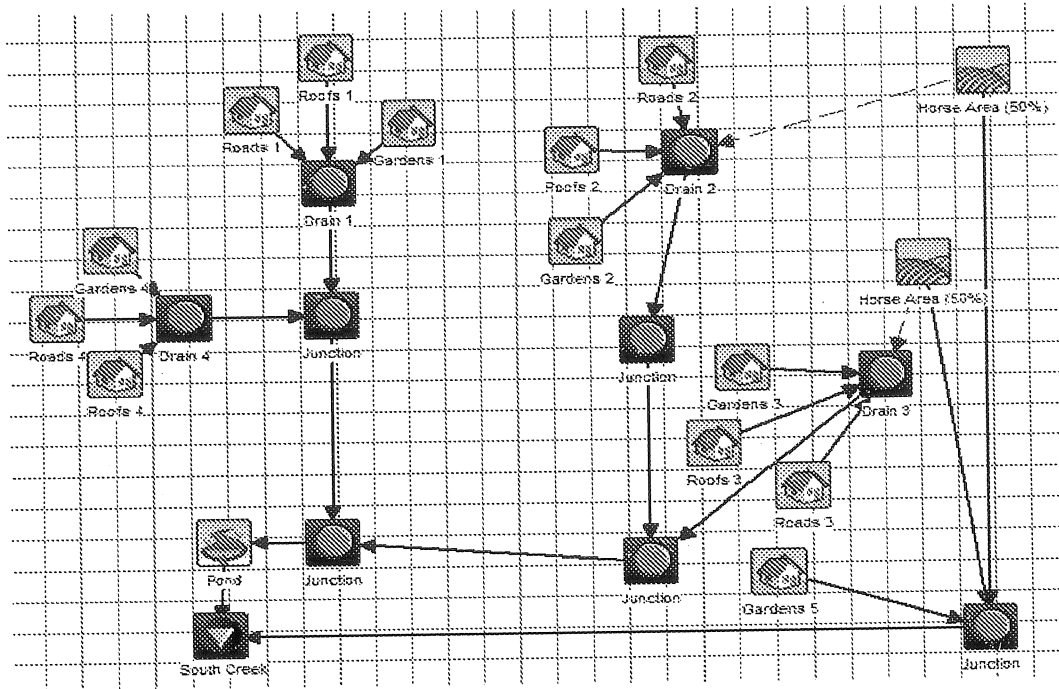


FIG. 8A

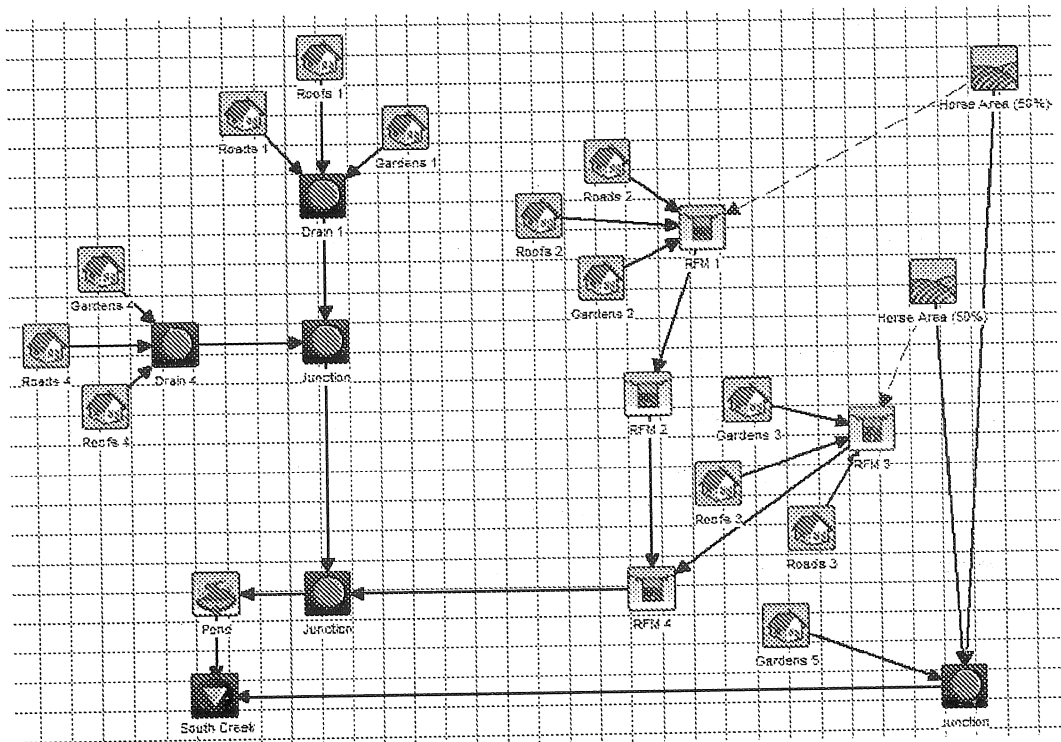


FIG. 8B

Cơ chế khử chất bẩn	Chất bẩn đích	Đặc điểm thiết kế của RACS
Lọc	Chất bẩn dạng hạt	Kích thước lỗ xốp thích hợp của SCAS và kích thước hạt của chất (lọc) được đóng
Tiêm chủng	Hydrocacbon, chất dinh dưỡng, vi khuẩn	Khử nitơ, sử dụng vi khuẩn & phân hủy ưa khí mà SCAS tuân theo
Hấp thụ, trao đổi ion	Hydrocacbon	Chất hữu cơ cao, diện tích bề mặt cao
Hấp thụ, trao đổi ion	Kim loại hòa tan, amoni, photpho	Chất hữu cơ cao, oxit Al/Fe, diện tích bề mặt cao
Hiệu ứng tĩnh điện	Nitrat	Mật độ điện tích, diện tích bề mặt
Phân hủy sinh học	Chất dinh dưỡng hòa tan	Chất hữu cơ cao kỵ khí
Phân hủy sinh học	Hydrocacbon	Ưa khí
Làm bay hơi	Hydrocacbon	Dòng chảy ngắt quãng trong thiết bị
Kết tủa	Kim loại hòa tan	Độ pH cao của chất (lọc)
Cải tạo bằng thực vật	Chất dinh dưỡng hòa tan, kim loại	Hoạt động của cây và mật độ rễ cao
Kiểm soát động học	Cacbon hữu cơ hòa tan	Tỷ lệ C:N cao
Lắng	Chất bẩn dạng hạt	Cơ chế không lý tưởng cho thiết bị lọc

Bảng 1

Thành phần	pH	EC	TON	TP	DOC	Mg	Ca	K	Al	Cu	Zn	Cr	Pb	Fe	Mn
Vật liệu 1	8,29	2510	14,1	8,1	200	7,9	8,7	>200	0,103	0,110	0,611	<0,001	<0,001	0,167	0,011
Vật liệu 2	4,91	765	6,5	6,4	2400	9,8	11,2	25,9	0,470	0,379	3,340	0,007	0,080	0,944	0,271
Vật liệu 3	6,71	1015	8,7	8,4	64	1,8	2,7	>200	0,119	0,018	1,226	0,001	0,004	0,113	0,019
Vật liệu 4	7,37	865	9	6,1	90	3,9	10,6	24,9	0,018	0,326	0,648	0,006	0,002	0,421	0,055
Vật liệu 5	7,19	905	8,8	8,3	140	8,3	12,5	>200	0,339	0,081	1,903	<0,001	0,006	0,004	0,279
Vật liệu 6	7,33	910	9,5	8,7	214	9,6	11,9	45,0	0,044	0,030	0,631	0,001	0,001	0,039	0,460
Vật liệu 7	7,60	845	4,5	9,3	2,3	9,8	13,3	20,0	0,040	0,104	0,907	<0,001	0,002	0,033	0,006
Vật liệu 8	7,76	920	9,3	2,3	45	3,1	12,9	27,2	0,181	0,042	0,993	<0,001	0,002	0,110	0,061
Vật liệu 9		1635	9,8	5,5	16,3	7,2	8,6	9,6	0,699	<0,001	0,123	<0,001	<0,001	0,389	0,155
Vật liệu 10	7,86	845	9,5	4,2	26	8,9	12,8	16,8	0,156	0,009	0,501	<0,001	<0,001	0,035	0,035
Vật liệu 11	7,98	820	9,3	5,5	20	9,4	10,9	13,3	0,039	0,024	0,294	<0,001	<0,001	0,026	0,025
Vật liệu 12	8,63	930	9,1	5,7	26	2,8	1,3	14,3	0,736	0,041	0,503	<0,001	<0,001	1,157	0,025
Vật liệu 13	8,34	905	9,1	5,5	20	9,4	17,8	18,1	0,002	0,014	0,297	<0,001	<0,001	0,002	0,003
Vật liệu 14	6,60	2160	7,9	58,9	1800	16,3	25,4	>200	0,056	0,154	0,283	<0,001	<0,001	0,071	0,041
Nước thải được xử lý thứ cấp (STE)	7,28	845	9,8	6,2	18,5	91,9	122,3	192,3	0,096	0,104	0,496	0,009	0,005	0,641	0,037

Bảng 2

Hỗn hợp	kg/m ³ BD	mm/hr Ksat	% MHC	uS/cm EC	mg/L TN	mg/L TP	cfu/100mL <i>E.Coli</i>
FAWB Spec	1,18	1052	22,2	720	9,1	3,7	3000
DMC1	0,92	1052	20,2	860	8,7	0,74	2200
DMC2	0,96	361	24,1	830	9,4	3,3	2200
DMC3	0,77	561	20,1	710	7,7	3,7	ND
DMC4	0,81	202	35,5	840	13,8	6,3	ND
DMC4A	1,13	842	19,5	780	8,9	4,5	ND
DMC5	0,95	421	19,9	810	10,7	4,5	ND
STE	Dung dịch rửa giải			750	14,4	4,9	3000

Bảng 3

Đặc điểm	Phương pháp	RFM hữu cơ	RFM khoáng	DMC
Phân bố kích thước hạt (PSD)	Sàng	x	x	x
Tổng diện tích bề mặt	Phương pháp EGME	x	x	x
Mật độ khối	Canxi	x	x	x
Chất hữu cơ	Tổn thất khi cháy	x	x	x
Phân tích CHN	Máy phân tích Leco	x		x
Tỷ lệ C:H	Canxi	x		x
Hàm ẩm (khi nhận)	OD	x	x	x
Khả năng giữ ẩm (%)	Bão hòa & OD	x	x	x
Tốc độ thấm lọc	mm/giờ	x	x	x
pH	Máy đo	x	x	x
Giảm nitơ	NDI	x		x
Độ độc	mm	x	x	x
Độ phân tán	Lớp Emerson		x	x
K _{sat} (mm/hr)	Cột/lab	x	x	x
CEC	Aus. Soil Lab handbook	x	x	x
Độ chín	Solvita	x		x
Tình trạng vi khuẩn-vi khuẩn và/hoặc nấm	Quan sát	x		x

Bảng 4A

Hiệu quả loại bỏ	STE
a. TPH	x
b. NH ₄	x
c. TKN	x
d. TON	x
e. Tổng nitơ (canxi, TKN+TON)	
f. Photpho	x
g. Zn, Pb, Cu, Mg, Ca, K, Al, Cr, Fe, Mn, Se, B, U, As	x
h. Thể sinh bệnh	x
i. DOC (giảm DOC đến ổn định)	x
j. Tổng chất rắn lơ lửng	x
k. Tổng chất rắn hòa tan	x
l. Tuổi thọ (mg chất gây ô nhiễm/g RFM)	
m. Ngâm chiết (giảm EC đến ổn định)	
n. Thời gian lưu trú (phân tích trong cột) mm/giờ	
o. Sinh trưởng thực vật và chọn loài	

Bảng 4B

DMC	Mat 1	Mat 2	Mat 3	Mat 4	Mat 5	Mat 6	Mat 7	Mat 8	Mat 9
1	30		10			50			10
2	50		10			20	20		
3	15	15		15	15	40			
4						80		20	
5	30					70			

Bảng 4C

Hỗn hợp	pH	EC	TKN	TON	TN	TP	Na	Mg	Ca	K	Cu	Zn	Cd	Pb
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Sét pha cát	3	-4	-65	0	-37	-24	16	4	-3	8	135	-1	-50	-46
DMC*1	15	15	-73	3	-40	-85	-10	-73	-78	496	0,1	-7	-50	40
DMC*2	17	11	-62	0	-35	-33	28	-82	-82	201	0,4	-12	-25	49
DMC*3	5	-5	-73	-13	-47	-24	2	16	1	27	0,1	2	-25	6
DMC*4	14	4	-79	14	-38	-8	81	-76	-91	94	0,3	18	-25	69
DMC*5	10	8	-31	-19	-26	-8	17	4	-16	245	0,1	22	-50	0

Trị số âm = % loại bỏ. Trị số dương = % tăng

*DMC là cấu tạo kiểu pha trộn các thiết kế (design mix configuration) của môi trường lọc phản ứng (reactive filter media: RFM)

Bảng 5A

	Dòng vào	Chỉ hồ		RFM+hồ	
		Dòng ra	% giảm	Dòng ra	% giảm
Dòng chảy (triệu l/năm)	13,3	12,8	3,6	13,2	3,5
Dòng chảy đỉnh (m3/giây)	1,3	0,232	82,2	0,264	79,7
Tổng chất rắn lơ lửng (kg/năm)	2680	1580	41	1020	61,9
Tổng photpho (kg/năm)	6,75	4,48	33,6	2,57	61,9
Tổng nitơ (kg/năm)	17,1	12,2	28,6	8,7	49,1
Tổng chất gây ô nhiễm (kg/năm)	334	0	100	0	100,0

Bảng 5B

Dược chất	Chất ưu tiên không xếp hạng và chất gây ô nhiễm đặc biệt	Kim loại
diclofenac	diethylhexyl-phthalat	Niken (hòa tan)
ibuprofen	BDEs ("penta" congene 28, 47, 99, 100, 153 và 154.)	Niken (tổng)
atorvastatin	BDE28	Chì (hòa tan)
ortho-hydroxy-atorvastatin	BDE 47	Chì (tổng)
para-hydroxy-atorvastatin	BDE 99	Đồng (hòa tan)
propanolol	BDE 100	Đồng (tổng)
atenolol	BDE 153	Kẽm (hòa tan)
erythromycin	BDE 154	Kẽm (tổng)
norerythromycin	axit perfluooctan sulphoníc	Cadmi (hòa tan)
azithromycin	axit perfluooctanonic	Cadmi (tổng)
clarithromycin	hexabromcyclododecan	Thủy ngân (hòa tan)
xiprofloxacin	nonylphenol 4-nonylphenol và các ethoxylat	Thủy ngân (tổng)
metformin	octylphenols ((4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-phenol))	Sắt (hòa tan)
ranitidin	các hợp chất tributyltin	Sắt (tổng)
cacbamazepin	fluoranthen	Nhôm (hòa tan)
10,11- epoxy-cacbamazepin	benzo(a)pyren	Nhôm (tổng)
sertralin	triclosan	Nhôm (hoạt tính)
norsertralin	xypemethrin	Crom (hòa tan)
fluoxetin		Crom (tổng)
tarmoxifen	steroit	
Trixylenyl photphat	oestron	
benzotriazol	17 β oestradiol	
tolyltriazol	17 α ethinyloestradiol	

Bảng 6