



(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)



1-0043944

(51)^{2020.01} B09B 3/00; C09K 17/40; C09K 17/02

(13) B

(21) 1-2022-00061

(22) 10/12/2020

(86) PCT/IB2020/061786 10/12/2020

(87) WO 2021/116981 17/06/2021

(30) 62/946,665 11/12/2019 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/12/2023 429A

(73) HK BROTHERS AMERICA LLC (US)

2140 S. Dupont Highway, Camden, Delaware 19934, United States of America

(72) Phạm Văn Hùng (VN).

(74) Công ty cổ phần Tư vấn và Đầu tư công nghệ IPS (IPS., CORP.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT ĐẤT TỔNG HỢP TỪ CHẤT THẢI

(21) 1-2022-00061

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đất tổng hợp hiệu quả và tiết kiệm chi phí từ chất thải, bao gồm chất thải vô cơ và chất thải hữu cơ, bằng quá trình thủy phân-đa trùng ngưng. Sáng chế còn mô tả đất tổng hợp và đá tổng hợp.

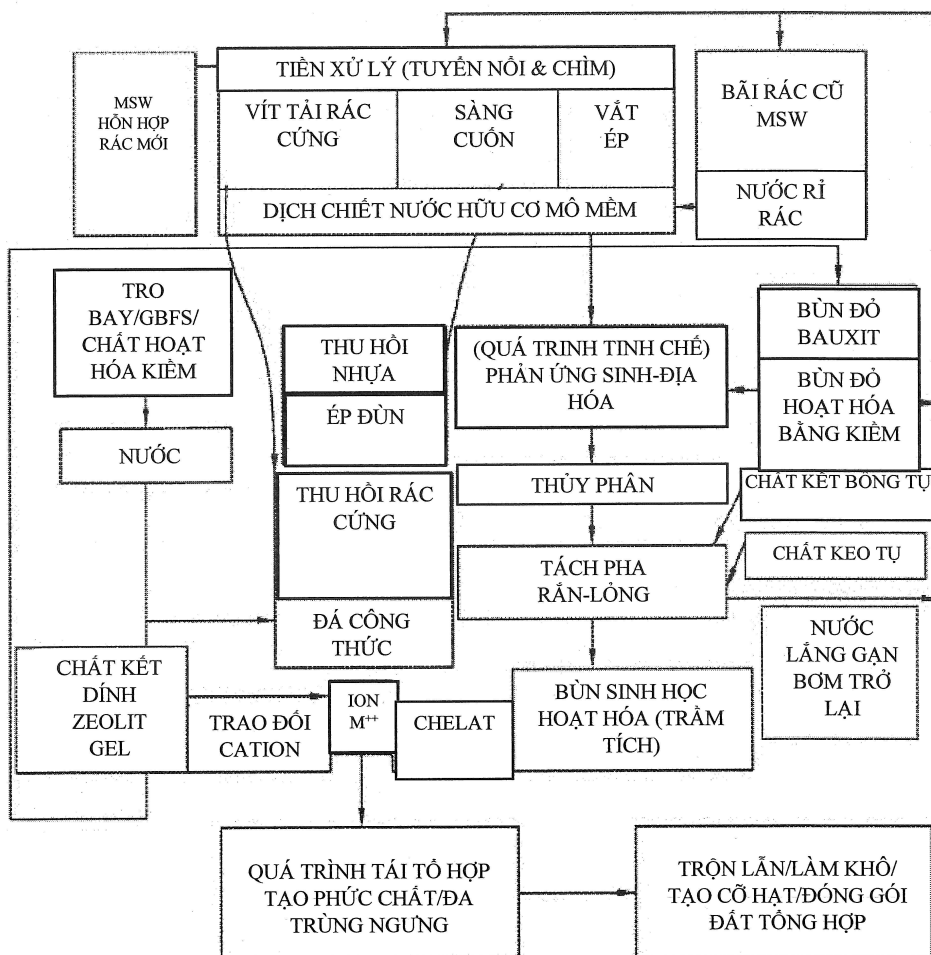


Fig. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến phương pháp xử lý chất thải, cụ thể là đề cập đến phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải. Sáng chế còn đề cập đến đất tổng hợp được sản xuất từ chất thải.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, dân số thế giới là 7,7 tỷ người. Chỉ tính riêng thế kỷ 20, dân số thế giới đã tăng từ 1,65 tỷ người đến 6 tỷ người. Mức tăng dân số trung bình của thế giới ước tính là 82 triệu người, ở mức dao động khoảng 1,08%, mỗi năm. Tuy nhiên, diện tích đất nông nghiệp đang giảm do sự đô thị hoá mà đã tiêu tốn đất nông nghiệp cho sự phát triển thương mại, nhà ở và công nghiệp. Để đảm bảo sự cung ứng thực phẩm tốt hơn, đất rừng đã được chuyển đổi thành đất thích hợp cho trồng trọt mà đang bị khai thác quá mức hoặc lạm dụng với phân bón hoá học và thuốc trừ sâu. Các lĩnh vực liên quan đến đất, như nông nghiệp, lâm nghiệp và việc sử dụng đất, chiếm khoảng 24% lượng phát thải khí nhà kính (GHG). Vì khuẩn tiếp xúc với phân bón hoá học và phân bón tự nhiên làm phát sinh khí nitơ oxit, yếu tố chính gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu.

Mỗi năm, con người tạo ra 2,12 tỷ tấn chất thải trên toàn cầu, bao gồm chất thải hậu tiêu dùng, nông nghiệp, và công nghiệp. Lượng lớn chất thải không được xử lý hoặc được xử lý không đúng cách, mà gây ra sự ô nhiễm nặng và chiếm rất nhiều diện tích đất. Ví dụ, nhà máy sản xuất nhôm thường tạo ra nhiều hơn 1 triệu tấn bùn đỏ mỗi năm. Bùn đỏ thường được tích trữ tại cơ sở sản xuất, gây ra sự tích tụ lượng bùn đỏ liên tục tăng ở công trường. Khoảng 0,7 đến 2 tấn bùn đỏ được sản xuất trên mỗi tấn nhôm oxit (alumin) được chiết ra, phụ thuộc vào thành phần của bauxit. Hai phương pháp cơ bản xử lý chất thải tại cơ sở là thải ướt (bơm nước bùn lỏng vào hồ) và tạo đông khô (bãi chôn lấp bùn đỏ đặc, khô).

Các quá trình công nghiệp mà gây ra sự phát thải CO₂ còn gây ô nhiễm môi trường. Ví dụ, kim loại nặng trở nên đậm đặc hoặc được làm giàu trong các chất thải công nghiệp, như bùn đỏ mà là sản phẩm phụ của quá trình tinh chế alumin; hoặc tro bay và tro đáy mà là sản phẩm phụ của quá trình đốt cháy than đá; hoặc tro từ lò đốt chất thải rắn đô thị (MSW), trong đó tro là sản phẩm phụ của chất thải đô thị được đốt cháy. Trong tất cả các chất trên đây và dòng chất thải tương tự khác, các kim loại vết có mặt ở lượng phần triệu (ppm). Gánh nặng lên môi trường có thể được tạo ra khi các kim loại này thoát ra khỏi tro hoặc vùng nhiễm bùn đỏ. Hầu hết các kim loại được tìm thấy trong tro (và trong bùn đỏ) là độc, thậm chí ngay cả ở mức nồng độ ppm thấp. Xét về mặt hoá học, các kim loại này là các nguyên tố của tất cả loại trừ hai nhóm của bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, ví dụ điển hình là asen, thủy ngân, chì, urani, vanadi và niken. Điều

này tạo ra nhu cầu đặc biệt để xử lý tro bay, tro đáy và bùn đỏ và tạo ra gánh nặng rất lớn cho môi trường.

Ngoài ra, việc xử lý chất thải chiếm khoảng 11% của tổng phát thải khí nhà kính (GHG) toàn cầu, góp phần gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu. Đất chứa các thể hữu cơ mà thay đổi theo thời gian, chuyển hoá chất và sau cùng biến mất. Do hiện tượng ấm lên toàn cầu ngày càng nghiêm trọng, chất hữu cơ trong đất (SOM) giải phóng nhanh hơn và cuối cùng đất trở thành hỗn hợp các khoáng chất trơ mà không thể hỗ trợ sự sống.

Các quá trình đã biết để xử lý chất thải, bao gồm quá trình đốt và ủ phân. Ủ phân hoặc tái chế chất thải để sản xuất giá thể giống đất hoặc các sản phẩm tương tự được mô tả trong nhiều bằng độc quyền sáng chế. Patent Mỹ số US5,312,661 bộc lộ đất tổng hợp được tạo ra từ các hạt bột nhựa dẻo, trong đó các hạt bột nhựa dẻo và vật chất mịn được liên kết với nhau bởi các hạt bột nhựa dẻo bị nóng chảy để tạo ra cấu trúc xốp. Patent Mỹ số US5,192,354 đề cập đến sản phẩm thay thế đất được sản xuất từ vỏ cây được băm nhỏ, hạt đá quặng và silic oxit (silica) và các hạt. Ủ phân được thực hiện bằng cách trải đều hỗn hợp này thành luống và làm thông khí bằng cách đảo đều bằng máy để quá trình ủ phân được tiến hành trong khoảng nhiệt độ 42 đến 60 độ C. Patent Mỹ số US4,050,917 bộc lộ phương pháp ủ phân chất thải bằng cách kiểm soát sự thông khí, pH, hàm lượng ẩm và nhiệt độ trong suốt quá trình ủ phân. Patent Mỹ số US4,369,054 bộc lộ việc ủ một chế phẩm bao gồm chất sợi và bã bột giấy. Patent Mỹ số US4,164,405 bộc lộ phương pháp kiểm soát nấm mà tận dụng chất thải là vải bò gin được lên men hiếu khí. Patent Mỹ số US6,488,732 đề cập đến việc sản xuất giá thể chủ yếu bao gồm hạt bã cà phê, cùng với nguyên liệu chất thải công nghiệp và thương mại khác.

Tuy nhiên, các phương pháp trên đây đều có các nhược điểm. Ví dụ, thời gian ủ phân quá dài, lên đến nhiều tháng hoặc thậm chí nhiều năm. Sự phân huỷ không hoàn toàn tiếp tục gây ra sự phân huỷ các chất hữu cơ bởi vi khuẩn, do đó giải phóng nhiều khí nhà kính (GHG). Kết quả là đất “tổng hợp” dạng này vẫn chứa nhiều kim loại nặng và á kim độc hại, mầm bệnh, tuyến trùng, trứng sâu bọ và hạt cỏ dại mà có hại thực vật và vi khuẩn nốt sần quanh bộ rễ Rhizobia. Ngoài ra, bột nhựa được sử dụng để liên kết không thể phân huỷ vì không có sự kết dính giữa các hạt đất, chúng có thể dễ bị xói mòn gây ô nhiễm các dòng sông và đại dương.

Các phương pháp khác để xử lý chất thải bao gồm 3R (tái chế (recycle), giảm thiểu (reduce) và thu hồi (recovery)), tuy nhiên lại không thể xử lý một lượng lớn chất thải được tạo ra hiện nay một cách kinh tế và an toàn. Phương pháp thông dụng để xử lý phân động vật và sản phẩm chất thải lỏng từ các cơ sở chăn nuôi gia súc gia cầm không khắc phục được các quan ngại về sức khỏe và môi trường.

Chất thải hữu cơ và vô cơ chứa dưỡng chất giá trị và có nhu cầu đối với quá trình xử lý chất thải để tạo ra sản phẩm hữu ích. Ngoài ra, cần phải có các lựa chọn khác thân thiện với môi trường thay vì phân bón thông dụng cho cây trồng hiện nay. Do đó, các phương pháp để tái tạo đất từ chất thải là thực sự cần thiết.

Sáng chế này đề xuất phương pháp xử lý chất thải để sản xuất đất tổng hợp. Phương pháp theo sáng chế chuyển hoá một cách hiệu quả lượng lớn chất thải công nghiệp, nông nghiệp và đô thị thành đất tổng hợp mà có thể giúp làm giảm thiểu tình trạng ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và hiện tượng ấm lên toàn cầu. Đất tổng hợp có ý nghĩa đặc biệt quan trọng cho tương lai ổn định của loài người.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải.

Phương pháp theo sáng chế có thể bao gồm các bước: (a) thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp xúc tác thủy phân để tạo ra nguyên liệu sinh học; (b) hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; và (c) phối trộn nguyên liệu sinh học với gel zeolit hoạt tính để sản xuất đất tổng hợp.

Trong một số phương án nhất định, phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp huỷ phân để tạo ra nguyên liệu sinh học; và (b) trộn lẫn nguyên liệu sinh học với hỗn hợp chất thải vô cơ để sản xuất đất tổng hợp.

Trong một số phương án, hỗn hợp huỷ phân có khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14.

Trong một số phương án, chất hoạt hoá kiềm tính có khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14.

Dung môi có thể được bổ sung trong (các) bước bất kỳ của phương pháp theo sáng chế. Trong một số phương án, dung môi là nước.

Hỗn hợp huỷ phân có thể bao gồm bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm. Hỗn hợp huỷ phân có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri bicacbonat (NaHCO_3), natri silicat (Na_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong một số phương án, hỗn hợp huỷ phân bao gồm NaOH, KOH, NaHCO_3 , natri silicat, và/hoặc natri metasilicat (Na_2SiO_3), trong đó NaOH, KOH, NaHCO_3 , natri silicat, hoặc Na_2SiO_3 có thể ở khoảng nồng độ từ khoảng 1 đến khoảng 5 % khối lượng (wt%), từ khoảng 1,5 đến khoảng 4,5 wt%, từ khoảng 1,5 đến khoảng 4 wt%, từ khoảng 1,5 đến khoảng 3,5 wt%, từ khoảng

1,5 đến khoảng 3 wt%, từ khoảng 1,5 đến khoảng 2,5 wt%, từ khoảng 1,5 đến khoảng 2,0 wt%, hoặc từ khoảng 2,0 đến khoảng 2,5 wt%.

Hỗn hợp huỷ phân có thể còn bao gồm một hoặc nhiều chất xúc tác và/hoặc chất phụ gia.

Trong một số phương án, hỗn hợp huỷ phân được bổ sung vào hỗn hợp chất thải hữu cơ để đạt được nồng độ ban đầu của NaOH, KOH, NaHCO_3 , natri silicat, hoặc Na_2SiO_3 nằm trong khoảng từ khoảng 0,1 đến khoảng 2 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 1,5 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 1 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,9 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,8 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,7 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,6 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,9 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,8 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,7 wt%, từ khoảng 0,2 đến 0,5 wt%, từ khoảng 0,1 đến 0,5 wt%, hoặc từ khoảng 0,2 đến 0,6 wt%.

Trong một số phương án, khi hỗn hợp huỷ phân được bổ sung vào hỗn hợp chất thải hữu cơ, tỷ lệ thể tích của hỗn hợp chất thải hữu cơ so với hỗn hợp huỷ phân có thể nằm trong khoảng từ khoảng 2:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 15:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 8:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 6:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 5:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 4:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 15:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 8:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 25:1, hoặc từ khoảng 15:1 đến khoảng 20:1.

Chất hoạt hoá kiềm tính có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat (Na_2SiO_3), kali silicat (K_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng. Chất hoạt hoá kiềm tính có thể bao gồm metasilicat khan (ví dụ, Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 , v.v.), soda kiềm còn gọi là dung dịch kiềm (NaOH), hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong một số phương án, chất hoạt hoá kiềm tính bao gồm NaOH, KOH, natri silicat (Na_2SiO_3), và/hoặc kali silicat (K_2SiO_3), trong đó NaOH, KOH, natri silicat (Na_2SiO_3), hoặc kali silicat (K_2SiO_3) có thể ở khoảng nồng độ từ khoảng 2 đến khoảng 20 wt%, từ khoảng 3 đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 4 đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 5 đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 5 đến khoảng 12 wt%, từ khoảng 5 đến khoảng 10 wt%, từ khoảng 2 đến khoảng 12 wt%, từ khoảng 3 đến khoảng 12 wt%, từ khoảng 4 đến khoảng 12 wt%, từ khoảng 3 đến khoảng 8

wt%, từ khoảng 6 đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 6 đến khoảng 10 wt%, từ khoảng 4 đến khoảng 10 wt%, từ khoảng 3 đến khoảng 10 wt%, từ khoảng 5 đến khoảng 8 wt%, hoặc từ khoảng 6 đến khoảng 12 wt%.

Trong một số phương án, chất hoạt hoá kiềm tính được bổ sung vào hỗn hợp chất thải vô cơ để đạt được nồng độ ban đầu của NaOH, KOH, natri silicat (Na_2SiO_3), hoặc kali silicat (K_2SiO_3) nằm trong khoảng từ khoảng 0,1 đến khoảng 2 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 1,5 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 1 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,9 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,8 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,7 wt%, từ khoảng 0,1 đến khoảng 0,6 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,9 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,8 wt%, từ khoảng 0,2 đến khoảng 0,7 wt%, từ khoảng 0,2 đến 0,5 wt%, từ khoảng 0,1 đến 0,5 wt%, hoặc từ khoảng 0,2 đến 0,6 wt%.

Trong một số phương án, khi chất hoạt hoá kiềm tính được bổ sung vào hỗn hợp chất thải vô cơ, tỷ lệ thể tích của hỗn hợp chất thải vô cơ so với chất hoạt hoá kiềm tính có thể nằm trong khoảng từ khoảng 2:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 180:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 15:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 8:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 6:1, từ khoảng 2:1 đến khoảng 5:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 15:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 5:1 đến khoảng 8:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 15:1, từ khoảng 8:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 10:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 15:1 đến khoảng 20:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 20:1 đến

khoảng 120:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 30:1, từ khoảng 20:1 đến khoảng 25:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 40:1, từ khoảng 30:1 đến khoảng 35:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 80:1, từ khoảng 40:1 đến khoảng 50:1, từ khoảng 50:1 đến khoảng 200:1, từ khoảng 50:1 đến khoảng 150:1, từ khoảng 50:1 đến khoảng 120:1, từ khoảng 50:1 đến khoảng 100:1, từ khoảng 50:1 đến khoảng 80:1, hoặc từ khoảng 50:1 đến khoảng 60:1.

Trong một số phương án, khi chất hoạt hoá kiềm tính được bổ sung vào hỗn hợp chất thải vô cơ, tỷ lệ thể tích của hỗn hợp chất thải vô cơ so với chất hoạt hoá kiềm tính có thể nằm trong khoảng từ khoảng 10:0,5 đến khoảng 10:2, từ khoảng 10:0,5 đến khoảng 10:1,5, từ khoảng 10:0,6 đến khoảng 10:1,5, từ khoảng 10:0,7 đến khoảng 10:1,5, từ khoảng 10:0,8 đến khoảng 10:2, từ khoảng 10:0,8 đến khoảng 10:1,5, từ khoảng 10:0,8 đến khoảng 10:1,2, từ khoảng 10:0,5 đến khoảng 10:2, từ khoảng 10:0,9 đến khoảng 10:1,5, từ khoảng 10:0,9 đến khoảng 10:1,2, từ khoảng 10:0,6 đến khoảng 10:1,2, từ khoảng 10:0,9 đến khoảng 10:2, khoảng 10:0,5, khoảng 10:0,6, khoảng 10:0,7, khoảng 10:0,8, khoảng 10:0,9, khoảng 10:1, khoảng 10:1,1, khoảng 10:1,2, khoảng 10:1,3, khoảng 10:1,4, khoảng 10:1,5, khoảng 10:1,6, khoảng 10:1,1,7, khoảng 10:1,8, khoảng 10:1,9, hoặc khoảng 10:2. Trong một số phương án, tỷ lệ thể tích của chất thải vô cơ so với chất hoạt hoá kiềm tính có thể là từ khoảng 10:1 đến khoảng 10:1,2.

Trong một số phương án, natri silicat (Na_2SiO_3) có tỷ lệ mol của $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ 0,9:1 đến 1,1:1.

Hỗn hợp chất thải vô cơ có thể bao gồm tro bay (FA), xỉ nghiền (GBFS), bùn đỏ (RM), canxi sulfat hydrat (phosphogypsum - PG), tro trấu (RHA), hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong một số phương án, hỗn hợp chất thải vô cơ có thể bao gồm khoảng 40 đến 50 wt% tro bay (FA), khoảng 50 đến 60 wt% xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS), và khoảng 4 đến 8 wt% của silicat (ví dụ, natri silicat, hoặc metasilicat như natri metasilicat).

Trong một số phương án, silicat có thể là natri silicat hoặc natri metasilicat.

Hỗn hợp chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải rắn đô thị (MSW), chất thải động vật, chất thải nông nghiệp, chất thải xanh, chất thải hỗn hợp, bùn thải, hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong phương pháp theo sáng chế, trong bước (c) (hoặc bước (b)), nguyên liệu sinh học và gel zeolit hoạt tính (hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) có thể được trộn lẫn ở tỷ lệ thể tích nằm trong khoảng từ khoảng 5:1 đến khoảng 1:5.

Trong một số phương án, tỷ lệ thể tích của gel zeolit hoạt động (hoặc hỗn hợp vô cơ hoạt động) so với nguyên liệu sinh học có thể nằm trong khoảng từ khoảng 1:10 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:5 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 2:3 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 3:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 2:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 5:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:5 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:4 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 2:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 3:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 2:1, khoảng 2:3 đến khoảng 3:2, khoảng 1:1, khoảng 3:2, hoặc khoảng 2:3. Trong một số trường hợp, tỷ lệ thể tích của gel zeolit hoạt tính (hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) so với nguyên liệu sinh học có thể 40%:60%.

Trong phương pháp theo sáng chế, trong bước (a), việc thủy phân có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14.

Trong phương pháp theo sáng chế, trong bước (a), việc thủy phân có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25 °C. Thủy phân có thể được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Trong phương pháp theo sáng chế, trong bước (a), việc thủy phân có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 8 giờ đến khoảng 16 giờ.

Việc hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ (ví dụ, trong bước (b)) có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14.

Việc hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ (ví dụ, trong bước (b)) có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 10 phút đến khoảng 24 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 20 giờ, khoảng 30 phút đến khoảng 15 giờ, khoảng 40 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 5 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 4 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 1 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 1 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 45 phút, hoặc khoảng 25 phút đến khoảng 45 phút.

Việc hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ (ví dụ, trong bước (b)) có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25°C. Việc hoạt hoá có thể được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Trong phương pháp theo sáng chế, việc phối trộn (ví dụ, trong bước (c) hoặc (b)) có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 2 giờ đến khoảng 4 giờ.

Trong phương pháp theo sáng chế, việc phối trộn (ví dụ, trong bước (c) hoặc (b)) có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25°C. Việc phối trộn có thể được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đá tổng hợp từ chất thải. Phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; và đóng rắn gel zeolit hoạt tính để sản xuất đá tổng hợp.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước đổ gel zeolit hoạt tính vào khuôn.

Sáng chế còn đề xuất đất tổng hợp chứa khoảng 4 đến 6 wt% felspar (tràng thạch), khoảng 4 đến 6 wt% thạch cao, và khoảng 3 đến 5 wt% maghemit. Đất tổng hợp có thể còn bao gồm khoảng 7 đến 9 wt% goethit, và khoảng 6 đến 8 wt% hematite, khoảng 4 đến 6 wt% kaolinit, khoảng 2 đến 4 wt% gypsit, khoảng 2 đến 4 wt% canxit (calcit), và/hoặc khoảng 9 đến 11 wt% thạch anh.

Đất tổng hợp có thể có khoảng pH từ khoảng pH 7 đến khoảng pH 10, từ khoảng pH 8 đến khoảng pH 9, từ khoảng pH 7 đến khoảng pH 9, từ khoảng pH 7 đến khoảng pH 8, hoặc từ khoảng pH 8 đến khoảng pH 10.

Đất tổng hợp có thể còn bao gồm khoảng 25 đến 30 wt% nước, và khoảng 25 đến 30 % (v/v) không khí. Nước có thể được hấp thụ hoặc một phần ở dạng hydrate hoá.

Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 15 wt% đến khoảng 35 wt% chất hữu cơ.

Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 8 wt% đến khoảng 20 wt% tổng cacbon (C), hoặc khoảng 10 wt% đến khoảng 15 wt% tổng cacbon (C).

Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 35 đến 55 ppm lantan (La), và/hoặc khoảng 120 đến 150 ppm xeri (Ce). Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 45 ppm lantan (La), và/hoặc khoảng 136 ppm xeri (Ce).

Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 55 đến 75 ppm Bo (B), khoảng 15 đến 30 ppm kẽm (Zn), khoảng 8 đến 20 ppm đồng (Cu), khoảng 50 đến 80 ppm coban (Co), và/hoặc khoảng 1 đến 10 ppm molybden (Mo). Đất tổng hợp có thể bao gồm khoảng 65 ppm bo (B), khoảng 22 ppm kẽm (Zn), khoảng 12 ppm đồng (Cu), khoảng 67 ppm coban (Co), và/hoặc khoảng 5 ppm molybden (Mo).

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 5 ppm asen (As), nhỏ hơn 50 ppm đồng (Cu), nhỏ hơn 60 ppm crom (Cr), và/hoặc nhỏ hơn 50 ppm kẽm (Zn). Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 2 ppm asen (As), nhỏ hơn 20 ppm đồng (Cu), nhỏ hơn 40 ppm crom (Cr), và/hoặc nhỏ hơn 30 ppm kẽm (Zn).

Đất tổng hợp có thể chứa khoảng 60 ppm đến khoảng 70 ppm Bo (B). Đất tổng hợp có thể chứa khoảng 20 ppm đến khoảng 25 ppm kẽm (Zn). Đất tổng hợp có thể chứa khoảng 10 ppm đến khoảng 15 ppm đồng (Cu). Đất tổng hợp có thể chứa khoảng 60 ppm đến khoảng 75 ppm coban (Co). Đất tổng hợp có thể chứa khoảng 1 ppm đến khoảng 10 ppm molybden (Mo).

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 0,5 ppm catmi (Cd), và/hoặc nhỏ hơn 20 ppm chì (Pb). Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 0,2 ppm cadmi (Cd), và/hoặc nhỏ hơn 20 ppm chì (Pb).

Đất tổng hợp có thể có ít hơn 5 wt % kim loại nặng và á kim độc.

Đất tổng hợp có thể bao gồm dưỡng chất ở dạng phức cơ kim-vô cơ.

Sáng chế đề xuất đất tổng hợp chứa khoảng 15 wt % đến khoảng 35 wt% chất hữu cơ, khoảng 15 wt% đến khoảng 25 wt% chất hữu cơ, hoặc khoảng 20 wt% chất hữu cơ.

Sáng chế còn đề xuất đá tổng hợp chứa (i) khoảng 30 đến 60 wt% thạch anh hoặc quartzit, hoặc khoảng 30 đến 60 wt% đá hoa hoặc đá vôi, và (ii) 30 đến 60 wt% Felspar (tràng thạch).

Sáng chế còn đề xuất khối nước sạch và được khử trùng được thu hồi sau khi được gạn từ thiết bị phản ứng sinh địa hoá học. Nước có thể được tái sử dụng hoặc còn được tinh chế cho các mục đích sử dụng khác, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, tưới cỏ hoặc sân golf, rửa đường, sử dụng trong nuôi trồng thủy sản hoặc công nghiệp khác. Nước được thu hồi có thể giúp giảm sự thiếu nước, như trong sa mạc hoặc vùng nhiễm nước biển. Nước được thu hồi có thể còn bổ sung cho tầng nước ngầm dưới đất với các nguồn nước mới.

Sáng chế còn đề xuất khối không khí sạch được tạo ra sau các khí có mùi và/hoặc độc, như metan (CH_4), hydro sulfua (H_2S) và amoniac (NH_3) là các nguồn phát thải khí nhà kính, được làm sạch, được loại bỏ và sau cùng được cô lập vĩnh viễn giúp thu hồi và lưu trữ khí nhà kính, nhờ đó giúp chống lại biến đổi khí hậu một cách hiệu quả hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sau đây, các ví dụ minh họa của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig. 1 thể hiện sơ đồ quy trình công nghệ xử lý chất thải thành đất, được thực hiện bằng cách sử dụng hệ thống sản xuất quy mô lớn.

Fig. 2 thể hiện sơ đồ quy trình công nghệ xử lý chất thải thành đất, được thực hiện bằng cách sử dụng hệ thống sản xuất lưu động quy mô thử nghiệm.

Fig. 3 là biểu đồ nhiễu xạ tia X thể hiện thành phần khoáng chất của đất tổng hợp.

Fig. 4 là ảnh kính hiển vi điện tử quét của các hạt đất tổng hợp.

Fig. 5 là ảnh của đất tổng hợp (trong bản mô tả này còn gọi là “Đất công thức”).

Fig. 6 thể hiện quá trình sản xuất đá tổng hợp.

Fig. 7 thể hiện phương án của quá trình tạo ra đá tổng hợp.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp hiệu quả và tiết kiệm chi phí để khai thác mô rác và chuyển hoá chất thải thành đất tổng hợp. Đất tổng hợp được tạo ra từ chất thải vô cơ và chất thải hữu cơ thông qua quá trình thủy phân - đa trùng ngưng. Chất thải vô cơ có thể bao gồm chất thải công nghiệp như tro bay (FA), bùn đỏ (RM), canxi sulfat hydrat (PG), và xỉ nghiền (GBFS). Chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải rắn đô thị (MSW), chất thải nông nghiệp (như cây cỏ có thể sử dụng làm phân vi sinh trong nông nghiệp), chất thải động vật và bùn thải. Chất thải hữu cơ có thể được thủy phân/được chiết ra bằng, ví dụ, bùn đỏ được hoạt hóa, để tạo ra nguyên liệu sinh học (ví dụ, bùn đặc giàu chất hữu cơ có thể được sử dụng làm phân bón), trước khi được trộn với chất thải vô cơ được hoạt hóa (ví dụ, gel zeolit hoạt tính). Các thành phần được phản ứng, đông kết và hoá rắn để tạo ra đất tổng hợp, là phức chất mới có các đặc tính địa kỹ thuật và các giá trị dinh dưỡng bằng, hoặc tốt hơn, so với đất màu mỡ tự nhiên hiện có. Đất tổng hợp được tạo thành bằng quá trình kiến tạo cấu trúc, không giống như quá trình phong hoá tự nhiên là quá trình phá hủy cấu trúc.

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải. Trong một số phương án, phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp thủy phân để tạo ra nguyên liệu sinh học; (b) hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; và (c) phối trộn nguyên liệu sinh học với gel zeolit hoạt tính để sản xuất đất tổng hợp.

Trong một số phương án cụ thể, phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp thủy phân để tạo ra nguyên liệu sinh học, và (b) trộn lẫn nguyên liệu sinh học với hỗn hợp chất thải vô cơ.

Hỗn hợp thủy phân có thể có khoảng pH từ khoảng 8 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 9, từ khoảng 9 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 13, từ khoảng 8 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 14, từ

khoảng 8 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 12, từ khoảng 9 đến khoảng 14, từ khoảng 10 đến khoảng 14, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 12 đến khoảng 14, hoặc từ khoảng 13 đến khoảng 14. pH có thể là một pH có giá trị số nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là pH bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là khoảng 13 hoặc khoảng 14. Trong một số phương án cụ thể, thành phần thủy phân có thể có khoảng pH từ khoảng 13 đến khoảng 14.

Thành phần thủy phân có thể là bùn đỏ được hoạt hóa như bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm (ARM).

Bùn đỏ thô được thải ra ở dạng bánh hoặc tảng khô, không thích hợp để sử dụng trong quá trình sản xuất đất và cần được hoạt hóa. Trong một số phương án, quá trình hoạt hóa bùn đỏ thô (RM) có thể bao gồm việc nghiền bánh hoặc tảng thành các hạt nhỏ hơn khoảng 5 mm. Các hạt có thể còn được trộn với (i) nước ở tỷ lệ thể tích nằm trong khoảng từ khoảng 40:60 đến khoảng 60:40, và (ii) một hoặc nhiều thành phần sau: tro bay (FA) (ví dụ, ở tỷ lệ thể tích là 1:1), tro đáy (ví dụ, ở tỷ lệ thể tích là 1:1), xỉ nghiền (GBFS) (ví dụ, ở tỷ lệ thể tích là 1:1), natri silicat (ví dụ, natri silicat được bổ sung vào bùn đỏ để đạt được nồng độ ban đầu của natri silicat nằm trong khoảng từ khoảng 2 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 4 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 5 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 4 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 5 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 4 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 3 wt%, hoặc khoảng 4 wt%), và natri hydroxit (ví dụ, natri hydroxit được bổ sung vào bùn đỏ để đạt được nồng độ ban đầu của natri hydroxit nằm trong khoảng từ khoảng 2 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 4 wt% đến khoảng 6 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 5 wt%, từ khoảng 3 wt% đến khoảng 4 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 5 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 4 wt%, từ khoảng 2 wt% đến khoảng 3 wt%, khoảng 4 wt%, từ khoảng 1 wt% đến khoảng 2 wt%, khoảng 1 wt%, hoặc khoảng 2 wt%). Bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm có thể có pH bazơ (ví dụ, pH 12 đến pH 14 như pH 13 đến pH 14 hoặc pH 14). Trong một số phương án bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm chứa hỗn hợp của RM, FA, GBFS, và natri silicat (hoặc natri hydroxit).

Quá trình hoạt hóa bùn đỏ có thể xảy ra ở nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25 °C.

Quá trình hoạt hóa bùn đỏ (ví dụ, trộn lẫn) có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 10 phút đến khoảng 24 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 20 giờ, khoảng 30 phút đến khoảng 15 giờ, khoảng 40 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 5 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 4 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 10 phút

đến khoảng 1 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 1 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 45 phút, khoảng 25 phút đến khoảng 45 phút, hoặc từ khoảng 30 đến 45 phút.

Bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm có thể có khoảng pH từ khoảng 8 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 9, từ khoảng 9 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 13, từ khoảng 8 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 12, từ khoảng 9 đến khoảng 14, từ khoảng 10 đến khoảng 14, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 12 đến khoảng 14, hoặc từ khoảng 13 đến khoảng 14. pH có thể là một pH có giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là pH bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là khoảng 13 hoặc khoảng 14.

Bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm (hoặc bùn đỏ được hoạt hóa hoặc ARM) có thể dùng làm chất xúc tác thủy phân, chất hấp phụ và chất liên kết.

Bùn đỏ được hoạt hóa có thể được sử dụng trong bể tuyển nổi để phân tách rác sinh hoạt (MSW) và chiết chất lỏng hữu cơ mô mềm, hấp thụ kim loại nặng và á kim, thủy phân chất thải hữu cơ, khử mùi và hấp thụ khí độc và chất liên kết gel dạng keo để kết tụ các hạt đất.

Trong một số phương án cụ thể, hỗn hợp huỷ phân có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri bicacbonat (NaHCO_3), natri silicat (Na_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một số phương án, hỗn hợp chất thủy phân bao gồm bùn đỏ được hoạt hóa (ARM).

Việc thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ hoặc bước thủy phân (ví dụ, bước (a)) có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 8 đến khoảng 16 giờ. Quá trình thủy phân có thể được thực hiện trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ khoảng 2 giờ đến khoảng 3 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 2 ngày, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 1 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 22 giờ, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 16 giờ, khoảng 2 giờ, khoảng 3 giờ, khoảng 4 giờ, khoảng 5 giờ, khoảng 6 giờ, khoảng 7 giờ, khoảng 8 giờ, khoảng 9 giờ, khoảng 10 giờ, khoảng 11 giờ, khoảng 12 giờ, khoảng 13 giờ, khoảng 14 giờ, khoảng 15 giờ, khoảng 16 giờ, khoảng 17 giờ, khoảng 18 giờ, khoảng 19 giờ, khoảng 20 giờ, khoảng 21 giờ, khoảng 22 giờ, khoảng 23 giờ, khoảng 1 ngày, khoảng 2 ngày, hoặc khoảng 3 ngày. Thời gian có thể là một giá trị số nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng điểm giá trị, bao gồm các điểm đầu mút. Thời gian có thể nhiều hơn 3 ngày. Thời gian có thể nhiều hơn 4 ngày. Thời gian có thể nhỏ hơn 1 ngày.

Việc thủy phân của hỗn hợp chất thải hữu cơ hoặc bước thủy phân (ví dụ, bước (a)) có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14. Quá trình thủy phân có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng 8 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 9, từ khoảng 9 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 13, từ khoảng 8 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 12, từ khoảng 9 đến khoảng 14, từ khoảng 10 đến khoảng 14, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 12 đến khoảng 14, hoặc từ khoảng 13 đến khoảng 14. pH có thể là một pH có giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. Quá trình thủy phân hoặc bước thủy phân (ví dụ, bước (a)) có thể được thực hiện ở pH bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. Quá trình thủy phân hoặc bước thủy phân (ví dụ, bước (a)) có thể được thực hiện ở pH khoảng 13 hoặc khoảng 14.

Trong một phương án, hỗn hợp thủy phân với pH là khoảng pH 13 đến khoảng pH 14 (ví dụ, pH 14) được bổ sung vào hỗn hợp chất thải hữu cơ cho đến khi pH của hỗn hợp khoảng pH 13 đến khoảng pH 14 (ví dụ, pH 14).

Nguyên liệu sinh học được tạo ra sau quá trình thủy phân của hỗn hợp chất thải hữu cơ có thể là bùn đặc hoạt hóa giàu chất hữu cơ có thể được sử dụng làm phân bón hữu cơ. Nguyên liệu sinh học có thể bao gồm amino axit (ví dụ, glyxin, lysin, histidin, alanin, serin, prolin, tyrosin, tryptophan, leuxin, arginin, v.v.), axit humic, axit fulvic, đường, xà phòng, xenluloza, lignin, ion kim loại, v.v., hoặc hỗn hợp của chúng.

Trong bước phối trộn (ví dụ, bước (c)), tỷ lệ thể tích của nguyên liệu sinh học so với gel zeolit hoạt tính có thể nằm trong khoảng từ khoảng 5:1 đến 1:5, hoặc khoảng 2:3.

Quá trình thủy phân của hỗn hợp chất thải hữu cơ hoặc bước thủy phân (ví dụ, bước (a)) có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25 °C, hoặc ở nhiệt độ môi trường xung quanh. Quá trình thủy phân có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 4°C đến khoảng 50°C, từ khoảng 4°C đến khoảng 10°C, từ khoảng 10°C đến khoảng 15°C, từ khoảng 15°C đến khoảng 20°C, từ khoảng 20°C đến khoảng 25°C, từ khoảng 25°C đến khoảng 30°C, từ khoảng 30°C đến khoảng 35°C, từ khoảng 4°C đến khoảng 35°C, từ khoảng 4°C đến khoảng 35°C. Nhiệt độ có thể trong khoảng giữa hai giá trị nhiệt độ nguyên bất kỳ được chọn từ khoảng 4°C đến khoảng 50°C. Nhiệt độ có thể là một giá trị nhiệt độ số nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 4°C và khoảng 50°C, hoặc giữa khoảng 15°C và khoảng 35°C. Nhiệt độ giữa nhiệt độ phòng (nhiệt độ môi trường xung quanh) và khoảng 50°C có thể được sử dụng. Nhiệt độ có thể là một nhiệt độ bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng nhiệt độ phòng và khoảng

50°C. Nhiệt độ giữa khoảng 20°C và khoảng 35 °C có thể được sử dụng. Nhiệt độ có thể là nhiệt độ bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng 20°C và khoảng 25°C. Nhiệt độ có thể khoảng 25°C.

Nguyên liệu sinh học được tạo ra sau quá trình thủy phân của hỗn hợp chất thải hữu cơ có thể là bùn đặc hoạt hóa giàu chất hữu cơ có thể được sử dụng làm phân lỏng hữu cơ. Nguyên liệu sinh học có thể bao gồm các amino axit (ví dụ, glyxin, lysin, histidin, alanin, serin, prolin, tyrosin, tryptophan, leuxin, arginin, v.v.), axit humic, axit fulvic, đường, xà phòng, xenluloza, lignin, ion kim loại, v.v., hoặc hỗn hợp của chúng.

Chất hoạt hoá kiềm tính có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat (Na_2SiO_3), kali silicat (K_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng. Chất hoạt hoá kiềm tính có thể bao gồm metasilicat khan (ví dụ, Na_2SiO_3 , K_2SiO_3 , v.v.), soda kiềm còn gọi là dung dịch kiềm (NaOH), hoặc hỗn hợp của chúng.

Chất hoạt hoá kiềm tính có thể có khoảng pH từ khoảng 8 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 9, từ khoảng 9 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 13, từ khoảng 8 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 12, từ khoảng 9 đến khoảng 14, từ khoảng 10 đến khoảng 14, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 12 đến khoảng 14, hoặc từ khoảng 13 đến khoảng 14. pH có thể là một pH có giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là pH bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. pH có thể là khoảng 13 hoặc khoảng 14. Trong một phương án cụ thể, chất hoạt hoá kiềm tính có thể có khoảng pH từ khoảng 13 đến khoảng 14. Theo một phương án, chất hoạt hoá kiềm tính có thể có pH là khoảng 14.

Quá trình hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ hoặc bước hoạt hóa có thể được thực hiện trong khoảng từ khoảng 8 đến khoảng 16 giờ. Việc hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được thực hiện trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ khoảng 2 giờ đến khoảng 3 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 2 ngày, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 1 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 22 giờ, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 16 giờ, khoảng 2 giờ, khoảng 3 giờ, khoảng 4 giờ, khoảng 5 giờ, khoảng 6 giờ, khoảng 7 giờ, khoảng 8 giờ, khoảng 9 giờ, khoảng 10 giờ, khoảng 11 giờ, khoảng 12 giờ, khoảng 13 giờ, khoảng 14 giờ, khoảng 15 giờ, khoảng 16 giờ, khoảng 17 giờ, khoảng 18 giờ, khoảng 19 giờ, khoảng 20 giờ, khoảng 21 giờ, khoảng 22 giờ, khoảng 23 giờ, khoảng 1 ngày, khoảng 2 ngày, hoặc khoảng 3 ngày. Thời gian có thể là một giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng điểm giá trị, bao gồm các điểm đầu

mút. Thời gian có thể nhiều hơn 3 ngày. Thời gian có thể nhiều hơn 4 ngày. Thời gian có thể nhỏ hơn 1 ngày.

Quá trình hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ hoặc bước hoạt hóa có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14. Việc hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng 8 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 9, từ khoảng 9 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 13, từ khoảng 8 đến khoảng 10, từ khoảng 10 đến khoảng 12, từ khoảng 12 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 11, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 8 đến khoảng 12, từ khoảng 9 đến khoảng 14, từ khoảng 10 đến khoảng 14, từ khoảng 11 đến khoảng 14, từ khoảng 12 đến khoảng 14, hoặc từ khoảng 13 đến khoảng 14. pH có thể là một pH có giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. Quá trình hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ hoặc bước hoạt hóa có thể được thực hiện ở pH bao gồm và nằm trong khoảng 8 và 14. Quá trình hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ hoặc bước hoạt hóa có thể được thực hiện ở pH khoảng 13 hoặc khoảng 14.

Quá trình hoạt hoá của hỗn hợp chất thải vô cơ hoặc bước hoạt hóa có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 20°C đến khoảng 25°C, hoặc ở nhiệt độ môi trường xung quanh. Việc hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 4°C đến khoảng 50°C, từ khoảng 4°C đến khoảng 10°C, từ khoảng 10°C đến khoảng 15°C, từ khoảng 15°C đến khoảng 20°C, từ khoảng 20°C đến khoảng 25°C, từ khoảng 25°C đến khoảng 30°C, từ khoảng 30°C đến khoảng 35 °C, từ khoảng 4°C đến khoảng 35 °C, từ khoảng 4°C đến khoảng 35 °C. Nhiệt độ có thể trong khoảng giữa hai giá trị nhiệt độ nguyên bất kỳ được chọn từ khoảng 4°C đến khoảng 50°C. Nhiệt độ có thể là một giá trị nhiệt độ nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng 4°C và khoảng 50°C, hoặc giữa khoảng 15°C và khoảng 35°C. Nhiệt độ giữa nhiệt độ phòng (nhiệt độ môi trường xung quanh) và khoảng 50°C có thể được sử dụng. Nhiệt độ có thể là một nhiệt độ bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng nhiệt độ phòng và khoảng 50°C. Nhiệt độ giữa khoảng 20°C và khoảng 35 °C có thể được sử dụng. Nhiệt độ có thể là nhiệt độ bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng 20°C và khoảng 25 °C. Nhiệt độ có thể khoảng 25 °C.

Hỗn hợp huỷ phân và chất hoạt hoá kiềm tính có thể hỗn hợp khác nhau, hoặc có thể cùng một hỗn hợp.

Trong một số phương án cụ thể trong bước phối trộn (ví dụ, bước (c)), tỷ lệ thể tích của nguyên liệu sinh học so với gel zeolit hoạt tính (hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) có thể nằm trong khoảng từ khoảng 1:10 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:5 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:5 đến khoảng 5:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 10:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 10:1, từ khoảng 2:3 đến khoảng 1:1, từ khoảng

1:1 đến khoảng 3:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 2:1, từ khoảng 1:1 đến khoảng 5:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:5 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:4 đến khoảng 1:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 2:1, từ khoảng 1:3 đến khoảng 3:1, từ khoảng 1:2 đến khoảng 2:1, khoảng 5:1, khoảng 4:1, khoảng 3:1, khoảng 2:1, khoảng 1:1, khoảng 1:2, khoảng 1:3, khoảng 1:4, khoảng 1:5, khoảng 3:2, hoặc khoảng 2:3. Trong một số thực thể, tỷ lệ thể tích của phần vô cơ (ví dụ, gel zeolit hoạt tính hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) so với phần hữu cơ (ví dụ, nguyên liệu sinh học) có thể 40%:60% hoặc 60%:40%.

Trong bước phối trộn (ví dụ, bước (c)), tỷ lệ thể tích của nguyên liệu sinh học so với gel zeolit hoạt tính (hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) có thể nằm trong khoảng từ khoảng 5:1 đến 1:5, khoảng 3:2, hoặc khoảng 2:3.

Nếu không bị ràng buộc bởi bất cứ lý thuyết nào, người ta tin rằng trong một số phương án nhất định, hỗn hợp chất thải vô cơ được cho là hòa tan một cách nhanh chóng sau khi phản ứng với NaOH trong bùn đỏ được hoạt hóa để tạo ra gel zeolit. Sau đó, các phản ứng sinh địa hóa xảy ra, như trao đổi ion và chelat hóa (càng kẹp), giải phóng nước để gel hóa, tái cấu trúc và sau cùng polyme hóa và làm cứng, để tạo ra đất tổng hợp. Tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn và bùn đỏ được phối trộn với nhau (ví dụ, theo tỷ lệ bất kỳ) thì tạo ra đất sét nặng, được kết tụ, được hóa rắn thành đá sét kết.

Đất tổng hợp có thể còn được trộn với một hoặc nhiều chất độn. Chất độn có thể được sử dụng để giảm pH, tăng độ xốp và/hoặc khả năng hấp thụ/khử hấp thụ nước của đất tổng hợp. Ví dụ minh họa về chất độn bao gồm canxi sulfat hydrat, than sinh học, sợi dừa (được nghiền), vỏ đậu phộng, và hỗn hợp của chúng.

Hỗn hợp có thể được làm khô để tạo ra đất tổng hợp. Để thuận lợi cho quá trình xử lý làm khô, canxi sulfat hydrat (ví dụ, khoảng 5 wt% đến khoảng 15 wt%, hoặc khoảng 10 wt%), biochar (ví dụ, khoảng 1 wt% đến khoảng 10 wt%, hoặc khoảng 5 wt%) và vỏ đậu phộng được nghiền (ví dụ, khoảng 1 wt% đến khoảng 10 wt%, hoặc khoảng 5 wt%) có thể được bổ sung.

Phương pháp có thể bao gồm bước định kích thước chất thải, ví dụ bằng cách nghiền, việc nghiền hoặc băm nhỏ chất thải rắn để tạo ra mảnh có kích thước phù hợp. Mảnh có kích thước phù hợp có thể là các mảnh được tạo kích thước nhỏ hơn 200 mm, nhỏ hơn 150 mm, nhỏ hơn 100 mm, nhỏ hơn 50 mm hoặc nhỏ hơn 20 mm.

Phương pháp có thể bao gồm một bước thủy phân, hai bước thủy phân, ba bước thủy phân, hoặc nhiều hơn ba bước thủy phân. Bước thủy phân có thể được thực hiện một cách liên tục. Ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước thủy phân bằng bazơ.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước bổ sung dưỡng chất hoặc các khoáng chất (ví dụ muối magie) vào đất tổng hợp dẫn đến tạo ra sự cân bằng thích hợp về dưỡng chất. Các dưỡng chất hoặc khoáng chất có thể được chọn để bổ sung các thành phần đã biết của đất tổng hợp để tạo ra các dưỡng chất hoặc khoáng chất mà được biết là thiếu trong đất tổng hợp. Các dưỡng chất hoặc khoáng chất có thể được chọn để giải quyết sự thiếu hụt trong khu vực nơi đất tổng hợp được sử dụng.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước bổ sung amoniac và/hoặc nguyên liệu cacbonat hoặc bazơ khác để tăng hàm lượng của nitơ hoặc các khoáng chất khác trong đất tổng hợp. Ví dụ, amoniac và/hoặc các khoáng chất khác có thể được bổ sung vào hỗn hợp phản ứng hoặc đất tổng hợp ở thời điểm bất kỳ trong quá trình xử lý để tăng hàm lượng nitơ, hàm lượng phosphat và/hoặc hàm lượng kali của đất tổng hợp. Amoniac và/hoặc các khoáng chất khác có thể được bổ sung vào hỗn hợp phản ứng hoặc đất tổng hợp ở thời điểm bất kỳ trong quá trình xử lý để sản xuất đất tổng hợp với mức cân bằng cụ thể của nitơ, phosphat và kali (hàm lượng NPK) mà thích hợp đối với loại đất và/hoặc lại cây trồng cụ thể.

Phương pháp có thể bao gồm bước làm khô đất tổng hợp. Điều này có thể thực hiện bằng cách kết hợp gia nhiệt và bổ sung hỗn hợp tạo hạt thủy hóa sau đó còn gia nhiệt trong giai đoạn xử lý làm khô hạt. Theo một phương án, hỗn hợp có thể được làm khô cho đến khi nó bao gồm khoảng 20 đến 40%, khoảng 25 đến 35%, hoặc khoảng 25 đến 30% độ ẩm. Nước có thể là nước hóa học (ví dụ, tạo ra một phần ở dạng thủy hoá hoặc được hấp thụ).

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải. Phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp huỷ phân để tạo ra nguyên liệu sinh học và chiết nó từ dung dịch; (b) hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; và (c) trộn lẫn nguyên liệu sinh học với gel zeolit hoạt tính để sản xuất đất tổng hợp.

Trong một số phương án, khi nguyên liệu sinh học được trộn với gel zeolit hoạt tính, đất tổng hợp có thể được tái tổ hợp bằng cách hấp thụ, chelat hóa, tạo phức, polyme hóa, bao nang, làm ổn định và hóa rắn.

Trong một số phương án, Felspar (tràng thạch) một khoáng vật tạo đá ngoại sinh khi zeolit đa ngưng tụ, được dùng làm chất kết dính cho đá tổng hợp và đất tổng hợp được tái tổ hợp mà không có trong đất tự nhiên được tạo thành bằng quá trình phong hóa từ đá gốc.

Gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng làm chất kết dính và/hoặc chất hấp phụ đối với sự thành tạo của đất tổng hợp và/hoặc đá tổng hợp.

Trong một số phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được polyme hóa, được lưu hóa, được làm cứng để liên kết nguyên liệu sinh học với nhau để sản xuất đất tổng hợp.

Trong một số phương án, gel zeolit hoạt hoá có thể được polyme hóa, được lưu hóa, được hóa rắn, được làm cứng để liên kết tất cả nguyên liệu vô cơ chưa phản ứng như mảnh đá, đá cuội, sỏi, mặt kim loại để tạo ra đất tổng hợp.

Các điều kiện cụ thể trong đó đất tổng hợp sẽ được sử dụng có thể được xem xét khi lựa chọn thành phần đất tổng hợp (ví dụ, cách làm giàu đất tổng hợp). Điều kiện cụ thể có thể là pH của đất, lượng mưa, loại cây trồng, yêu cầu về dưỡng chất của cây trồng, sự thay đổi dưỡng chất của đất, nhiệt độ môi trường xung quanh mà cây trồng sẽ phát triển, thời gian phát triển của cây trồng và/hoặc mức độ mà cây trồng cần dưỡng chất trong các giai đoạn phát triển của nó.

Phương pháp có thể bao gồm bước bổ sung một hoặc nhiều các khoáng chất để tạo ra dưỡng chất thích hợp trong đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước bổ sung một hoặc nhiều thuốc trừ bệnh sinh học để tạo ra đặc tính trị nấm cho đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước bổ sung một hoặc nhiều thuốc trừ sâu sinh học để tạo ra đặc tính trừ sâu cho đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước bổ sung một hoặc nhiều thuốc diệt cỏ sinh học để tạo ra đặc tính diệt cỏ cho đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước bổ sung một hoặc nhiều hợp chất có mùi khó chịu để ngăn cản động vật ăn đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước của xử lý đất tổng hợp, ví dụ, bằng cách tạo viên, tạo hạt, ép tạo hình hoặc tạo bột đất tổng hợp.

Phương pháp có thể bao gồm bước bao đất tổng hợp, ví dụ, bao viên hoặc hạt của phân bón, với lớp bao chứa một hoặc nhiều vi khuẩn, bào tử nấm, chất diệt nấm, trừ sâu, diệt cỏ, kiểm soát côn trùng, và/hoặc một hoặc nhiều hợp chất có mùi khó chịu.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước đóng gói trong đó đất tổng hợp được đóng gói.

Phương pháp có thể được thực hiện trong phân xưởng hoặc nhà máy. Phương pháp có thể được thực hiện trong thiết bị thích hợp chứa một hoặc nhiều bồn chứa. Một hoặc nhiều bồn chứa có thể được lắp đặt với cơ cấu để đẩy hỗn hợp lên trên vào trong vùng trung tâm của bồn chứa bằng cơ cấu đẩy. Bồn chứa

có thể còn được lắp đặt với cơ cấu gia nhiệt để gia nhiệt hỗn hợp trong bồn chứa.

Thiết bị có thể bao gồm thiết bị nghiền được vận hành để nghiền chất thải thô thành mảnh nhỏ hơn cỡ hạt định trước.

Thiết bị có thể còn bao gồm thiết bị đóng gói hoặc máy đóng bao được vận hành để tiếp nhận và bao gói hoặc đóng bao đất tổng hợp.

Nước có thể được bổ sung vào chất thải trước khi hoặc sau khi tạo kích cỡ chất thải.

Thiết bị tạo kích cỡ hạt sản phẩm có thể được lắp đặt để vận hành tạo lại cỡ hạt sản phẩm thành các mảnh thấp hơn cỡ hạt định trước.

Thiết bị có thể bao gồm thiết bị làm khô được vận hành để tiếp nhận và làm khô sản phẩm.

Sáng chế đề xuất hệ thống để sản xuất đất tổng hợp từ chất thải.

Hệ thống này có thể bao gồm: (a) thiết bị thủy phân để thủy phân hỗn hợp chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng hỗn hợp huỷ phân để tạo ra nguyên liệu sinh học; (b) thiết bị hoạt hoá để hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; và (c) thiết bị phối trộn để trộn lẫn nguyên liệu sinh học với gel zeolit hoạt tính.

Ngoài việc tạo ra đất tổng hợp từ chất thải, phương pháp theo sáng chế có thể còn sản xuất đá tổng hợp (trong bản mô tả này còn gọi là “đá công thức”).

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đá tổng hợp từ chất thải. Phương pháp này có thể bao gồm các bước: (a) hoạt hoá hỗn hợp chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra gel zeolit hoạt tính; (b) đóng rắn gel zeolit hoạt tính để sản xuất đá tổng hợp.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước đổ gel zeolit hoạt tính vào khuôn.

Đá tổng hợp là sản phẩm trung gian được tạo ra nếu chất thải vô cơ được hoạt hoá (ví dụ, gel zeolit hoạt tính) (riêng rẽ hoặc còn được trộn với cốt liệu) để lưu hóa (ví dụ, tự lưu hóa ở điều kiện môi trường xung quanh). Quá trình đóng rắn có thể không cần bổ sung nước và/hoặc không cần công cụ bất kỳ để ngăn ngừa sự bay hơi. Cốt liệu có thể bao gồm cát thạch anh, sỏi, đá cuội, mảnh đá có kích cỡ bất kỳ, khối gạch, cao su, bê tông, hDPE (polyetylen mật độ cao), mặt pVC (polyvinyl clorua), kim loại (ví dụ, mảnh nhỏ kim loại), thép, khoáng chất sợi, chai thủy tinh vỡ hoặc đã qua sử dụng, thủy tinh vỡ, vỏ sò, v.v., hoặc hỗn hợp của chúng.

Việc đóng rắn có thể trong thời gian nằm trong khoảng từ khoảng 2 giờ đến khoảng 24 giờ, hoặc khoảng 8 giờ đến khoảng 36 giờ, hoặc khoảng 1 ngày đến

khoảng 7 ngày. Thời gian lưu hóa có thể nằm trong khoảng từ khoảng 3 giờ đến khoảng 3 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 2 ngày, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 1 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 22 giờ, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 16 giờ, từ khoảng 16 giờ đến khoảng 24 giờ, khoảng 2 giờ, khoảng 3 giờ, khoảng 4 giờ, khoảng 5 giờ, khoảng 6 giờ, khoảng 7 giờ, khoảng 8 giờ, khoảng 9 giờ, khoảng 10 giờ, khoảng 11 giờ, khoảng 12 giờ, khoảng 13 giờ, khoảng 14 giờ, khoảng 15 giờ, khoảng 16 giờ, khoảng 17 giờ, khoảng 18 giờ, khoảng 19 giờ, khoảng 20 giờ, khoảng 21 giờ, khoảng 22 giờ, khoảng 23 giờ, khoảng 1 ngày, khoảng 2 ngày, khoảng 3 ngày, khoảng 4 ngày, khoảng 5 ngày, hoặc khoảng 6 ngày. Thời gian có thể là một giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng điểm giá trị, bao gồm các điểm đầu mút. Thời gian có thể nhiều hơn 6 ngày. Thời gian có thể nhiều hơn 7 ngày. Thời gian có thể nhỏ hơn 1 ngày.

Trong một số phương án cụ thể, một hoặc nhiều chất phụ gia mà là có thể làm giảm/ngăn ngừa sự bay hơi có thể được bổ sung. Chất phụ gia có thể có đặc tính gia nhiệt thủy hoá ẩn và có thể hấp thụ nước và tạo nhiệt, đẩy mạnh đóng rắn và làm cứng xử lý trong khoảng thời gian mong muốn. Trong một phương án, thời gian đóng rắn được làm giảm bằng năng lượng vi sóng (ví dụ, khoảng 600 W đến khoảng 1000 W), trong khoảng 3 phút đến khoảng 6 phút.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước đổ gel zeolit hoạt tính vào khuôn để tạo ra đá tổng hợp. Trong một phương án, gel zeolit hoạt tính được đổ vào rọ đá. Rọ có thể là vật chứa bằng lưới sắt hoặc lồng to được tạo ra bằng lưới thép đan hoặc lõi thép hàn được làm đầy với đá, bê tông vữa hoặc nguyên liệu khác, được sử dụng chủ yếu trong việc tạo cấu trúc của đập, tường chắn, đê và bờ sông, v.v., để ngăn nước. Gel zeolit hoạt tính có thể lấp chỗ trống, tự lèn, phản ứng, và bao bọc các vật liệu độn kết dính chúng lại với nhau. Gel zeolit hoạt tính sau đó tự đóng rắn và làm cứng để tạo ra khối đá trầm tích tảng kết tổng hợp có hình dạng và kích cỡ bất kỳ theo mong muốn.

Đá tổng hợp có thể có đặc tính cơ học/kỹ thuật vượt trội, như chống cháy (ví dụ, lên đến 1300°C), chống ăn mòn hóa học trong các môi trường acid, kiềm và nước biển, và/hoặc chống lại động đất rất tốt (ví dụ, với sức bền nén lên đến 550 Mpa). Đá tổng hợp có thể có đặc tính kỹ thuật rất tốt so với đá xẻ tự nhiên hoặc tổng hợp và khối bê tông. Đá tổng hợp có thể được sử dụng cho các mục đích khác nhau, bao gồm việc tạo cấu trúc, dự án cơ sở hạ tầng, thay thế đá xẻ tự nhiên và bê tông xi măng portland thông thường (OPC) cho các mục đích khác nhau, như tạo cảnh quan, công trình nghệ thuật siêu trường siêu trọng, việc xây dựng cấu trúc của đường hầm dưới đất, nhà tự nổi, đê biển, đê sông, đập giữ đất, nhà máy xử lý nước, khuôn cho quá trình đổ khuôn kim loại nóng chảy, vật liệu chịu lửa đúc liền khối được, v.v.

Trong một số phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng làm sơn chống cháy hoặc lớp phủ chống hóa chất cho bê tông hoặc gạch, sàn và dính kết cho ngói, khối đá, v.v.

Trong một phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng làm xi măng chịu nhiệt để trám bit giếng dầu sau khi ngưng khai thác..

Trong một phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng để đúc tượng, sản phẩm nghệ thuật hoặc chế khuôn cho quá trình đổ khuôn kim loại nóng chảy.

Trong một phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng cho đệm lót trực tiếp đối với lò nung hoặc ống khói để thay thế gạch chịu lửa.

Trong một phương án, gel zeolit hoạt tính có thể được sử dụng làm mực để in 3D bằng cách điều chỉnh độ nhớt lỏng và thời gian kết rắn.

Phương pháp theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều kỹ thuật sau: tuyển nổi để chế biến khoáng sản và quặng; xử lý và tái chế nước thải, xử lý sinh địa hóa (ví dụ, quá trình thủy phân bằng kiềm của tro bay và/hoặc hỗn hợp chất thải hữu cơ đối với chất thải); kỹ thuật hóa rắn/làm ổn định (S/S) để hóa rắn và làm ổn định chất thải độc; kỹ thuật hấp thụ kim loại nặng và á kim và cải tạo chất thải thành đất và đá; và kỹ thuật chelat hóa để sản xuất phân bón thủy canh, và ghép vi khuẩn cố định nitơ.

Đất tổng hợp theo sáng chế có thể được sử dụng để trồng trọt hữu cơ, trồng rừng, tái sinh và phục hồi đất bị sa mạc hóa.

Phương pháp theo sáng chế đề xuất đất tổng hợp đa dụng (trong bản mô tả này còn gọi là “đất công thức”) mà là có thể được sử dụng để trồng trọt hữu cơ, trồng cây, tái sinh và phục hồi đất bị sa mạc hóa. Đất tổng hợp là một giá thể sạch về sinh hoá (ví dụ, về cơ bản không chứa mầm bệnh, tuyến trùng, kim loại nặng và á kim độc hại và/hoặc hạt giống cỏ dại). Nó có thể dùng làm chất cải tạo đất đa năng, ví dụ, cải tạo đất chua phèn và/hoặc mặn, cũng như hấp thụ kim loại nặng và á kim độc hại ra khỏi đất ô nhiễm. Đất tổng hợp theo sáng chế có thể là chất cung cấp các dưỡng chất thông minh để cung cấp một cách đầy đủ dưỡng chất cần thiết cho thực vật phát triển. Đất tổng hợp có thể là một loại nông dục thụ động (như mầm bệnh và hạt giống cỏ dại, v.v., đã bị phá hủy trong quá trình hình thành của đất tổng hợp). Đất tổng hợp có thể có tác dụng như là một tác nhân duy trì độ ẩm để hút và giữ lại nước và dưỡng chất. Đất tổng hợp theo sáng chế có thể giải phóng dưỡng chất cho thực vật theo thời gian, ví dụ vài tháng. Điều này có nghĩa là ít gây độc đối với thực vật và ít bị mất dưỡng chất khỏi đất trước khi chúng được hấp thụ bởi thực vật. Đất tổng hợp theo sáng chế có thể cung cấp bền vững dưỡng chất trong một khoảng thời gian dài hơn của mùa sinh trưởng. Đất tổng hợp có thể còn là chất nền (matrix) rất

tốt để chủng các lợi khuẩn như vi khuẩn cố định đạm diazotrophic (ví dụ, vi khuẩn nốt sần *Rhizobia*).

Đất tổng hợp theo sáng chế thể hiện các đặc tính cần thiết cho sự phát triển của thực vật. Nó có cấu trúc xốp và thể hiện độ thấm không khí, sự cách nhiệt, sự giữ nước, và duy trì dưỡng chất. Ngoài ra, được xử lý trong chế phẩm kiềm, đất tổng hợp về cơ bản không chứa vi khuẩn mầm bệnh hoặc trứng của côn trùng độc hại và nhờ đó bảo vệ thực vật tránh khỏi dịch bệnh hoặc côn trùng gây hại.

Trong một phương án, chất thải hữu cơ và vô cơ được sử dụng để tạo ra một cấu trúc phức hợp cơ kim không đồng nhất được bao bọc bởi Zeolite đã bị polymer hoá. Các hạt đất có thể được liên kết với nhau bằng lực keo để tạo ra khả năng giữ lại nước và dưỡng chất tuyệt vời.

Theo một khía cạnh khác, đất tổng hợp theo sáng chế tạo cung cấp một hoặc nhiều đặc tính sau: bổ sung dưỡng chất cho đất theo cách tự nhiên, phóng thích chất dinh dưỡng một cách cân bằng (ví dụ, giải phóng nhanh hoặc chậm) dưỡng chất cân bằng, tăng sự giữ nước của đất, tăng độ xốp cho đất, tạo ra sự thấm dinh dưỡng cho rễ sâu hơn, hoặc kết hợp các đặc tính này.

Đất tổng hợp theo sáng chế có thể hữu ích, ví dụ, làm chất phụ gia cho các sản phẩm khác. Tương tự, đất tổng hợp theo sáng chế có thể được bổ sung hoặc được rải lên trên cánh đồng hoặc cây trồng. Đất tổng hợp theo sáng chế có thể được kết hợp vào chế phẩm nông nghiệp khác. Theo khía cạnh khác, đất tổng hợp theo sáng chế có thể hữu ích để sử dụng cho bãi cỏ và vườn. Theo một khía cạnh khác, đất tổng hợp theo sáng chế có thể được sử dụng trong ứng dụng quản lý lớp đất mặt. Theo một khía cạnh khác, đất tổng hợp theo sáng chế có thể được đóng gói để bán lẻ cho người sử dụng. Thậm chí theo khía cạnh khác nữa, đất tổng hợp theo sáng chế có thể được sử dụng cho các hoạt động chuyên nghiệp, ví dụ, trong hoạt động liên quan đến nghề làm vườn.

Đất tổng hợp theo sáng chế làm giảm khí nhà kính (GHG) rất tốt. Phần cơ bản (ví dụ, về cơ bản tất cả) các vật chất hữu cơ trong chất thải có thể được hóa rắn và được làm ổn định trong đất tổng hợp (ví dụ, trong cấu trúc của phức hợp cơ-kim được bao bọc bởi khoáng vật felspar (tràng thạch) của đất). Đất tổng hợp theo sáng chế có thể thay thế cho phân bón tổng hợp hoặc phân bón tự nhiên mà bị phân huỷ bởi vi khuẩn để tạo ra khí Nhà kính (GHG) có tác động mạnh như nitơ oxit (N_2O), chất chính gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu.

Ngoài đất tổng hợp, sáng chế còn đề xuất nguyên liệu tổng hợp khác như đá tổng hợp (hoặc đá công thức). Phương pháp/hệ thống theo sáng chế thu hồi số lượng lớn chất thải nhựa đối với việc sử dụng thương mại mà không gây ra sự phát thải thứ cấp.

Đất tổng hợp theo sáng chế giúp tránh việc sử dụng phân bón hoá học, phân trộn quế, thuốc trừ sâu, diệt cỏ và vôi, đồng thời giúp giảm lượng nước tiêu thụ ít nhất 50%. Nhờ đó, chi phí sản xuất của người nông dân có thể được làm giảm ít nhất 40%. Ngoài ra, sản phẩm có thể được xác nhận là hữu cơ và an toàn hơn để sử dụng.

Chất thải được sử dụng làm nguyên liệu thô để sản xuất đất tổng hợp theo sáng chế. Các bãi rác có thể là vị trí tích lũy khoáng chất mà có thể được khai thác tận dụng lại. Các lợi ích về môi trường của phương pháp theo sáng chế và đất tổng hợp bao gồm việc làm giảm nhu cầu đối với bãi rác và chất thải quá trình đốt, cũng như phục hồi nước, đất và cảnh quan để đáp ứng các tiêu chuẩn bảo vệ môi trường.

Phương pháp theo sáng chế để sản xuất đất tổng hợp từ chất thải có thể được thực hiện trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ khoảng 3 giờ đến khoảng 3 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 2 ngày, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 1 ngày, từ khoảng 4 giờ đến khoảng 22 giờ, từ khoảng 6 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 20 giờ, từ khoảng 8 giờ đến khoảng 16 giờ, từ khoảng 16 giờ đến khoảng 24 giờ, khoảng 2 giờ, khoảng 3 giờ, khoảng 4 giờ, khoảng 5 giờ, khoảng 6 giờ, khoảng 7 giờ, khoảng 8 giờ, khoảng 9 giờ, khoảng 10 giờ, khoảng 11 giờ, khoảng 12 giờ, khoảng 13 giờ, khoảng 14 giờ, khoảng 15 giờ, khoảng 16 giờ, khoảng 17 giờ, khoảng 18 giờ, khoảng 19 giờ, khoảng 20 giờ, khoảng 21 giờ, khoảng 22 giờ, khoảng 23 giờ, khoảng 1 ngày, khoảng 2 ngày, hoặc khoảng 3 ngày. Thời gian có thể là một giá trị nguyên bất kỳ được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng điểm giá trị, bao gồm các điểm đầu mút. Thời gian có thể nhiều hơn 3 ngày. Thời gian có thể nhiều hơn 4 ngày. Thời gian có thể nhỏ hơn 1 ngày.

Một lượng lớn kim loại nặng (ví dụ, khoảng 90 đến 95%) được hấp thụ/được chelat hóa, khiến cho đất tổng hợp an toàn đối với thực vật và vi sinh vật có lợi. Quá trình thủy phân bằng kiềm tiêu diệt lượng lớn (ví dụ, lớn hơn hoặc khoảng 80%, lớn hơn hoặc khoảng 85%, lớn hơn hoặc khoảng 90%, lớn hơn hoặc khoảng 95%, lớn hơn hoặc khoảng 99%) của mầm bệnh, ký sinh vật, tuyến trùng và hạt giống cỏ dại trong chất thải, nguyên liệu ban đầu.

Đất tổng hợp có thể được điều chỉnh và biến đổi về thành phần để thỏa mãn các điều kiện cụ thể. Đất tổng hợp có thể được làm giàu. Theo một số phương án, đất tổng hợp theo sáng chế có thể được làm giàu bằng chất hữu cơ (ví dụ, 20 wt% hoặc phần trăm khối lượng khác như được mô tả trong bản mô tả này), vi dưỡng chất đặc biệt (như 65 ppm của bo (B)), nguyên tố đất hiếm (như 48 ppm của lantan (La) và 136 ppm của xeri (Ce)). Đất tổng hợp đẩy mạnh sự phát triển khỏe mạnh cho thực vật, chống lại dịch bệnh và khả năng chịu hạn.

Đất tổng hợp có thể được cấy ghép với vi sinh vật vi khuẩn cố định đạm (như vi khuẩn và cổ khuẩn) mà cố định nitơ khí quyển để tạo ra dạng ổn định hơn như amoniac. Ví dụ về vi sinh vật của vi khuẩn cố định đạm bao gồm vi khuẩn nốt rễ, *Frankia* và *Azospirillum* (như *Klebsiella pneumoniae* và *Azotobacter vinelandii*). Tất cả vi khuẩn cố định đạm chứa hệ nitrogenaza sắt-molypden hoặc -vanadi.

Đất tổng hợp có thể có pH nằm trong khoảng pH 7 và khoảng pH 10, nằm trong khoảng pH 7 và khoảng pH 9, hoặc nằm trong khoảng pH 8 và khoảng pH 9. pH của đất tổng hợp có thể là một giá trị nguyên bất kỳ pH được chọn từ các giá trị bao gồm và nằm trong khoảng pH 5 và khoảng pH 11. pH của đất tổng hợp có thể là pH bất kỳ bao gồm và nằm trong khoảng pH 6 và pH 9. pH của đất tổng hợp có thể khoảng pH 8,5. Đất tổng hợp có thể có pH nằm trong khoảng pH 5 và khoảng pH 9. Đất tổng hợp có thể có pH nằm trong khoảng pH 3 và khoảng pH 7, nằm trong khoảng pH 4 và khoảng pH 7, nằm trong khoảng pH 2 và khoảng pH 6, nằm trong khoảng pH 3 và khoảng pH 6, nằm trong khoảng pH 4 và khoảng pH 6,5, hoặc nằm trong khoảng pH 4 và khoảng pH 5.

Đất tổng hợp có thể bao gồm vật chất hữu cơ nằm trong khoảng từ khoảng 8 wt% đến khoảng 40 wt%, từ khoảng 10 wt% đến khoảng 35 wt%, từ khoảng 10 wt% đến khoảng 30 wt%, từ khoảng 10 wt% đến khoảng 25 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 35 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 30 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 25 wt%, từ khoảng 15 wt% đến khoảng 25 wt%, từ khoảng 20 wt% đến khoảng 30 wt%, hoặc từ khoảng 20 wt% đến khoảng 25 wt%.

Đất tổng hợp có thể bao gồm tổng cacbon (C) nằm trong khoảng từ khoảng 5 wt% đến khoảng 30 wt%, từ khoảng 5 wt% đến khoảng 25 wt%, từ khoảng 5 wt% đến khoảng 20 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 25 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 20 wt%, từ khoảng 8 wt% đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 10 wt% đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 5 wt% đến khoảng 15 wt%, từ khoảng 10 wt% đến khoảng 13 wt%, hoặc từ khoảng 8 wt% đến khoảng 13 wt%.

Đất tổng hợp có thể bao gồm tổng nitơ (N) nằm trong khoảng từ khoảng 0,45 wt% đến khoảng 2,7 wt%, từ khoảng 0,45 wt% đến khoảng 1,2 wt%, từ khoảng 0,45 wt% đến khoảng 1,8 wt%, từ khoảng 0,7 wt% đến khoảng 2,2 wt%, từ khoảng 0,7 wt% đến khoảng 1,8 wt%, từ khoảng 0,7 wt% đến khoảng 1,3 wt%, từ khoảng 0,9 wt% đến khoảng 1,3 wt%, từ khoảng 0,4 wt% đến khoảng 1,4 wt%, từ khoảng 0,9 wt% đến 1,2 wt%, hoặc khoảng 0,7 wt% đến khoảng 1,2 wt%.

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 10 ppm, nhỏ hơn 9 ppm, nhỏ hơn 8 ppm, ít hơn 7 ppm, nhỏ hơn 6 ppm, nhỏ hơn 5 ppm, nhỏ hơn 4 ppm, nhỏ hơn 3 ppm, nhỏ hơn 2 ppm, hoặc nhỏ hơn 1 ppm của arsen (As).

Đất tổng hợp có thể bao gồm ít hơn 70 ppm, nhỏ hơn 60 ppm, nhỏ hơn 50 ppm, nhỏ hơn 40 ppm, nhỏ hơn 30 ppm, nhỏ hơn 20 ppm, nhỏ hơn 18 ppm, nhỏ hơn 16 ppm, nhỏ hơn 15 ppm, hoặc nhỏ hơn 13 ppm, của đồng (Cu).

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 100 ppm, nhỏ hơn 90 ppm, nhỏ hơn 80 ppm, ít hơn 70 ppm, nhỏ hơn 60 ppm, nhỏ hơn 50 ppm, nhỏ hơn 40 ppm, ít hơn 35 ppm, nhỏ hơn 30 ppm, nhỏ hơn 25 ppm, hoặc nhỏ hơn 20 ppm của crom (Cr).

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 150 ppm, nhỏ hơn 130 ppm, nhỏ hơn 120 ppm, nhỏ hơn 110 ppm, nhỏ hơn 100 ppm, nhỏ hơn 90 ppm, nhỏ hơn 80 ppm, ít hơn 70 ppm, nhỏ hơn 60 ppm, nhỏ hơn 50 ppm, nhỏ hơn 40 ppm, nhỏ hơn 30 ppm, ít hơn 25 ppm, nhỏ hơn 20 ppm, hoặc nhỏ hơn 15 ppm của kẽm (Zn).

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 1,2 ppm, nhỏ hơn 1,1 ppm, nhỏ hơn 1 ppm, nhỏ hơn 0,9 ppm, nhỏ hơn 0,8 ppm, nhỏ hơn 0,7 ppm, nhỏ hơn 0,6 ppm, nhỏ hơn 0,5 ppm, nhỏ hơn 0,4 ppm, nhỏ hơn 0,3 ppm, nhỏ hơn 0,2 ppm, hoặc nhỏ hơn 0,1 ppm của cadmi (Cd). Theo một phương án, đất tổng hợp về cơ bản không chứa cadmi (Cd). Theo một phương án, cadmi (Cd) trong đất tổng hợp về cơ bản không thể phát hiện.

Đất tổng hợp có thể bao gồm nhỏ hơn 50 ppm, nhỏ hơn 40 ppm, nhỏ hơn 30 ppm, nhỏ hơn 25 ppm, nhỏ hơn 20 ppm, nhỏ hơn 15 ppm, nhỏ hơn 10 ppm, nhỏ hơn 8 ppm, nhỏ hơn 6 ppm, nhỏ hơn 5 ppm, nhỏ hơn 4 ppm, nhỏ hơn 3 ppm, nhỏ hơn 2 ppm, nhỏ hơn 1,5 ppm, nhỏ hơn 1,2 ppm, nhỏ hơn 1,1 ppm, nhỏ hơn 1 ppm, nhỏ hơn 0,9 ppm, nhỏ hơn 0,8 ppm, nhỏ hơn 0,7 ppm, nhỏ hơn 0,6 ppm, nhỏ hơn 0,5 ppm, nhỏ hơn 0,4 ppm, nhỏ hơn 0,3 ppm, nhỏ hơn 0,2 ppm, hoặc nhỏ hơn 0,1 ppm của chì (Pb). Theo một phương án, đất tổng hợp về cơ bản không chứa chì (Pb). Theo một phương án, chì (Pb) trong đất tổng hợp về cơ bản không thể phát hiện.

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải, mà bao gồm hỗn hợp chất thải vô cơ và hỗn hợp chất thải hữu cơ.

Hỗn hợp chất thải vô cơ có thể bao gồm tro bay (FA), xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS), bùn đỏ (RM), canxi sulfat hydrat (PG bã GYP), hoặc hỗn hợp của chúng.

Hỗn hợp chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải rắn đô thị (MSW), chất thải động vật, chất thải nông nghiệp, bùn thải, hoặc hỗn hợp của chúng. MSW có thể bao gồm MSW mới, và/hoặc MSW được chôn lấp.

Hỗn hợp thủy phân có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri bicacbonat (NaHCO_3), natri silicat (Na_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng.

Chất hoạt hoá kiềm tính có thể bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat (Na_2SiO_3), kali silicat (K_2SiO_3), hoặc hỗn hợp của chúng.

Dung môi có thể được bổ sung trong của phương pháp theo sáng chế. Theo một phương án, dung môi là nước.

Bảng 1: Ví dụ về chất thải hữu cơ mà là có thể được sử dụng trong phương pháp theo sáng chế

	Chất thải động vật	Chất thải xanh có thể phân hủy	Chất thải hỗn hợp
pH	5,4	6,9	5,4-6,0
H ₂ O (wt %)	38,9	23,5	44,3
Vật chất khô (wt %)	61,1	86,5	55,3
Cacbon hữu cơ (gkg ⁻¹)	141	163	208
C/N (gkg ⁻¹)	7,65	11,0	Không khả dụng
Tổng P (gkg ⁻¹)	1,71	4,46	0,8
Tổng N (gkg ⁻¹)	1,00	4,50	Không khả dụng
Canxi (gkg ⁻¹)	15,05	26,70	-
Mg (gkg ⁻¹)	0,70	12,50	-
Lưu huỳnh (gkg ⁻¹)	1,95	3,53	-
Cu (mgkg ⁻¹)	18,05	30,00	-
Zn (mgkg ⁻¹)	125,00	130,00	-
Fe (mgkg ⁻¹)	6830,00	14800,00	-
Mn (mgkg ⁻¹)	241	374,00	-
Bo (mgkg ⁻¹)	14	14,00	-

Bảng 2: Ví dụ về chất thải vô cơ mà là có thể được sử dụng trong phương pháp theo sáng chế

	Bùn đỏ (RM)	Tro bay (FA)	Xi lò cao nghiền mịn (GBFS)	Canxi sulfat hydrat (Phosphogypsum - PG)	Tro trấu (RHA)
pH	12-14	7-8	8-10	5-6	7-8
SiO ₂ (wt %)	15	47	35	2,3	80
Al ₂ O ₃ (wt %)	15	15,3	14	0,45	Không khả dụng
Fe ₂ O ₃ /Fe ₃ O ₄ (wt %)	60	8,20	6,00	0,10	-

Na ₂ O (wt %)	2	0,00	0,20	0,50	-
Ti ₂ O (wt %)	5	4	0,5	0,00	-
CaO (wt %)	2,5	9	35,30	45,00	-
MgO (wt %)	1,5	0,5	8,30	0,00	-
SO ₃ (wt %)	0,00	0,30	1,70	48,50	-
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	3,50	-
C	0,00	8,00	0,00	0,00	19
Vật chất khác	0,10	8,20	0,10	0,10	1,00

Phương pháp theo sáng chế sản xuất đất tổng hợp từ chất thải có thể bao gồm bước tiền chế, tinh chế và tái tổ hợp như được mô tả sau đây.

Tiền chế

Phần xử lý sơ bộ của phương pháp theo sáng chế có thể bao gồm việc hoạt hoá bùn đỏ để tạo ra bùn đỏ được hoạt hóa (ví dụ, bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm).

Để xử lý sơ bộ, Rác thải rắn sinh hoạt MSW hỗn hợp có thể được phân tách/được phân loại bằng phương pháp tuyển nổi và chìm bằng cách sử dụng bùn đỏ được hoạt hóa làm dung dịch tuyển. Cát sỏi nặng hơn và sẽ tích tụ ở đáy mà có thể được lấy ra để sản xuất đá tổng hợp (đá công thức). Nhựa nhẹ hơn và sẽ nổi trên mặt nước mà có thể được lấy ra (ví dụ, bằng cách thiết bị sàng quay) để nén rửa và thu hồi. Chất lỏng mô mềm hữu cơ có thể được chiết ra và dẫn đến thiết bị phản ứng sinh địa hoá để xử lý.

Bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm có thể tiêu diệt vi khuẩn trong chất thải, ngăn chặn sự phân hủy do vi khuẩn, và khử mùi chất thải.

Hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được hoạt hóa bằng cách sử dụng chất hoạt hoá kiềm tính. Theo một số phương án, chất hoạt hoá kiềm tính có thể là natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat (Na₂SiO₃), kali silicat (K₂SiO₃), hoặc hỗn hợp của chúng. Theo một phương án, natri silicat (Na₂SiCO₃) là khan và/hoặc ở dạng bột.

Theo một phương án, natri silicat (Na₂SiCO₃) có tỷ lệ mol SiO₂:Na₂O nằm trong khoảng từ 0,9:1 đến 1,1:1.

Theo một phương án, hỗn hợp chất thải vô cơ bao gồm tro bay (FA) (ví dụ, khoảng 40 đến 50 wt%), xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS) (ví dụ, khoảng 50 đến 60 wt%), và natri silicat (ví dụ, khoảng 4 đến 8 wt%). Theo một phương án, hỗn hợp chất thải vô cơ là hỗn hợp khô.

Chất xúc tác có thể được bổ sung vào phản ứng. Chất xúc tác có thể là hợp chất hoặc chế phẩm thích hợp bất kỳ mà có thể làm tăng tốc độ của phản ứng.

Chất xúc tác có thể được bổ sung ở lượng rất nhỏ, ví dụ trong khoảng 0,1 wt% đến khoảng 20 wt% của chất thải.

Tinh chế

Bước tinh chế của phương pháp theo sáng chế có thể bao gồm quá trình thủy phân chất thải hữu cơ, lắng hoặc tách pha, và hoạt hoá chất thải vô cơ.

Chất thải hữu cơ có thể bao gồm protein, chất béo, carbohydrate, lignoxenluloza, v.v. Chất thải hữu cơ có thể được thủy phân trong hỗn hợp huỷ phân như bùn đỏ được hoạt hóa (ví dụ, bùn đỏ được hoạt hoá bằng kiềm) ở pH bazơ ($\text{pH} > 7$) đến phân huỷ vật chất hữu cơ đến amino axit (ví dụ, glysin, lysin, histidin, alanin, serin, prolin, tyrosin, tryptophan, leuxin, arginin, v.v.), axit humic, axit fulvic, đường, xà phòng, xenluloza, lignin, tanin, ion kim loại, v.v. Mầm bệnh, virus, vật chủ trung gian, ký sinh vật, hạt giống cỏ dại có thể bị phá huỷ sau quá trình thủy phân.

Hỗn hợp huỷ phân có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần sau: bùn đỏ (RM), tro bay (FA), xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS), natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), và muối kiềm. Theo một số phương án, tro bay (FA) và xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS) có thể được hoạt hóa/được tái xử lý có tác dụng như là hỗn hợp huỷ phân. Ví dụ, khi chất thải hữu cơ bao gồm bùn sinh học, phân bón, phân, bột huyết, bột xương và/hoặc nguyên liệu sinh học thô, phản ứng hóa học giữa chất hoạt hoá kiềm với tro bay (FA) và xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS) có thể tạo nguồn nội nhiệt giúp kích hoạt quá trình thủy phân chất thải hữu cơ xảy ra gần như đồng thời.

Muối kiềm là muối mà là sản phẩm trung hòa không hoàn toàn giữa bazơ mạnh và axit yếu. Ví dụ minh họa về muối kiềm bao gồm natri bicacbonat (NaHCO_3), natri silicat (Na_2SiO_3), natri cacbonat, natri axetat, natri sulfua, natri percacbonat, kali bicacbonat (KHCO_3), kali silicat (K_2SiO_3), kali cacbonat, kali axetat, kali sulfua, kali percacbonat, kali metabisulfit, kiềm metasilicat, và hydroxit kim loại kiềm.

Bùn đỏ là sản phẩm phụ chủ yếu hoặc sản phẩm thải được tạo ra trong quá trình chiết nhôm oxit từ quặng bauxit. Quá trình sản xuất nhôm bắt đầu với việc khai thác quặng bauxit mà được đập và được nghiền ở nhà máy sản xuất nhôm đến kích cỡ mong muốn để chiết hiệu quả nhôm oxit (Al_2O_3) thông qua sự thủy phân với dung dịch natri hydroxit hoặc soda kiềm nóng. Quá trình chiết natri hydroxit còn gọi là quá trình xử lý Bayer. Phần dung dịch mà được loại bỏ từ nhôm oxit trong quá trình xử lý Bayer còn gọi là "bùn đỏ". Sau khi loại bỏ bùn đỏ và chất rắn mịn từ dung dịch xử lý, nhôm oxit được sản xuất bằng cách kết tinh nhôm trihydrat tinh thể và sau đó nung tinh thể trong lò quay hoặc thiết bị nung tầng sôi. Sau quá trình xử lý chiết Bayer, nguồn chính của pha lỏng kiềm tính trong bùn đỏ là soda kiềm (NaOH). Tính kiềm pha rắn được tạo ra từ các

chất như canxi nhôm oxit. Natri hydroxit độ kiềm cao và natri cacbonat tạo ra giá trị pH nằm trong khoảng từ khoảng 9,75 đến khoảng 12,56. Các khoáng chất thông dụng có trong bùn đỏ là silicat, các oxit nhôm, sắt và titan và các chất canxi và natri khác (Patent Mỹ số US8,501,125). Các khoáng chất sắt bao gồm hematit (Fe_2O_3), tinh thể sắt oxit, và goethit ($\text{FeO}(\text{OH})$). Các khoáng chất nhôm là gibbsit ($\text{Al}(\text{OH})_3$) và boehmit ($\gamma\text{-AlOOH}$) còn rất nhiều trong hầu hết bùn đỏ. Phần tỷ lệ của sắt và nhôm vô định hình lần lượt nằm trong khoảng từ khoảng 0,05% đến khoảng 0,22%, và khoảng 0,93% đến khoảng 5,02%. Có thể có lượng lớn của calcit (CaCO_3) và sodalit ($\text{Na}_8(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{Cl}_2$) nhưng lượng này có thể thay đổi mạnh. Các khoáng chất bền chủ yếu bao gồm thạch anh, ziricon và ilmenit (TiO_2) và bao gồm tỷ lệ tương đối nhỏ nằm trong khoảng từ khoảng 6% đến khoảng 24%. Có thể còn có lượng nhỏ của kim loại nặng và nguyên tố phóng xạ, hầu hết trong số chúng ở dạng rất bền. Phụ thuộc vào nguồn và quá trình xử lý, bùn đỏ có thể sự khác nhau đáng kể về thành phần khoáng vật, và thường trong cùng mỏ tích tụ. Do đó, thành phần khoáng chất của bùn đỏ thay đổi. Theo một phương án, bùn đỏ có thể bao gồm khoảng 50 wt% nước, và khoảng 50 wt% các thành phần mà là không hòa tan trong natri hydroxit (ví dụ, Al_2O_3 , 22 đến 28 wt%, Fe_2O_3 , 25 đến 35 wt%, SiO_2 , 6 đến 16 wt%, TiO_2 8 đến 24 wt%, Na_2O (tổng) 4 đến 9 wt%, Na_2O (hòa tan) 0,5 đến 0,7 wt%, $\text{CaO}+\text{MgO}$ 0,5 đến 4 wt%, và mất khi nung (LOI) từ 7 đến 12 wt%).

Quá trình lắng/phân tách pha có thể bao gồm việc bổ sung chất kết bông /chất keo tụ mà có thể đẩy nhanh sự lắng và phân tách pha rắn-lỏng.

Ví dụ minh họa về chất kết bông mà có thể được sử dụng trong quá trình xử lý này bao gồm thạch cao (CaSO_4), canxi sulfat hydrat (PG) và/hoặc bột xi măng Portland thông dụng (OPC, hoặc xi măng thông dụng) hoặc tro bay C (với hàm lượng CaO, ví dụ, lớn hơn 40 wt%) hoặc hỗn hợp của chúng.

Ví dụ minh họa về chất keo tụ mà có thể được sử dụng trong quá trình xử lý này bao gồm thủy tinh lỏng (ví dụ, dung dịch natri silicat) mà có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ lớn hơn 2,0, tro trấu (RHA), bột hạt Chùm Ngây, bột chiết xuất thông đỏ, chitosan, hoặc hỗn hợp của chúng.

Chất kết bông (FLOC) và chất keo tụ (COAGU) được sử dụng trong quá trình xử lý này là nguyên liệu thân thiện với đất và có thể được bổ sung cho đất công thức mà không tạo ra tác động bất lợi bất kỳ đối với thực vật, vi khuẩn có lợi và môi trường thủy sinh.

Theo một phương án, các hạt của bùn đỏ (RM) và tro bay (FA) chưa phản ứng, xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS) và canxi sulfat hydrat hoặc các hỗn hợp được tạo liên kết chéo với các chất khác để lắng vì chất nền đất sét nặng và việc tạo liên kết chéo này là một phần của quá trình xử lý để tạo ra nguyên liệu sinh học.

Theo một phương án, nguyên liệu sinh học (từ hỗn hợp chất thải hữu cơ) tích tụ ở đáy bể được chiết ra bộ phận tái tổ hợp. Nước được gạn được bơm trở lại hệ thống để trộn với bùn đỏ được hoạt hóa (ARM) nhằm duy trì hoạt tính của nó.

Hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được hoạt hóa riêng rẽ bằng chất hoạt hoá kiềm tính (trong dạng lỏng, ví dụ, dung dịch, hoặc làm khô được trộn lẫn với chất hoạt hoá kiềm tính). Hỗn hợp chất thải vô cơ có thể được hoạt hóa để tạo ra gel zeolit hoạt tính. Sau khi trộn lẫn với chất hoạt hoá kiềm tính, hỗn hợp chất thải vô cơ có thể hòa tan một cách nhanh chóng sau khi phản ứng với chất hoạt hoá kiềm tính để tạo ra dạng keo gel zeolit. GBFS với đặc tính thủy hoá nhiệt ẩn cao khi phản ứng với nước và chất hoạt hoá kiềm tính để giải phóng nhiệt mà nâng nhiệt độ xung quanh nhanh (ví dụ, đến khoảng 45°C đến 60°C). Điều này có thể khởi phát các phản ứng sinh địa hóa.

Theo một số phương án, chất thải vô cơ (không được hoạt hóa bằng chất hoạt hoá kiềm tính) có thể được trộn trực tiếp với nguyên liệu sinh học trong hỗn hợp huỷ phân, ví dụ, theo phương thức đồng xử lý.

Gel zeolit hoạt tính và nguyên liệu sinh học có thể được trộn “ướt trên ướt” hoặc “khô trên ướt”. Theo một phương án, việc trộn lẫn là “khô trên ướt” và nước được hấp thụ vào tro bay (FA) được làm khô trước đó và xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS) giúp tăng hoạt tính kiềm.

Phản ứng sinh địa hóa (ví dụ, sau khi trộn lẫn nguyên liệu sinh học với gel zeolit hoạt động, ví dụ, bước (c)) có thể xảy ra và diễn ra trong thời gian khoảng 10 phút đến khoảng 24 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 20 giờ, khoảng 30 phút đến khoảng 15 giờ, khoảng 40 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 10 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 5 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 4 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 1 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 2 giờ, khoảng 20 phút đến khoảng 1 giờ, khoảng 10 phút đến khoảng 45 phút, hoặc khoảng 25 phút đến khoảng 45 phút.

Độ chuyển hóa và tốc độ của phản ứng có thể phụ thuộc vào hoạt tính kiềm, sự tạo nhiệt nội sinh, sự bay hơi nước và tốc độ trộn lẫn.

Tái tổ hợp

Phân tái tổ hợp của phương pháp theo sáng chế có thể là ở giai đoạn cuối để tạo ra đất tổng hợp. Sau khi gel zeolit hoạt tính được trộn với nguyên liệu sinh học, các quá trình vật lý và/hoặc sinh địa hóa có thể xảy ra như được mô tả sau đây.

Trong quá trình hấp thụ, Na^+ trong zeolit (sodalit) có thể trao đổi cation với ion kim loại tự do (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , La^{3+} , Y^{3+} , Ce^{+} , b^{3+} , Cu^{+} , pb^{3+} , As^{3+} , Cr^{6+} , Cd^{2+} , v.v.) có trong hỗn hợp/phối liệu.

Trong quá trình tạo phức, cấu tử như amino axit, axit fulvic và humic có thể đi vào lỗ rỗng của zeolit (sodalit có trong bùn đỏ). Khi các cấu tử đi vào lỗ rỗng của zeolit, chúng có thể tạo phức chelate (càng kẹp) với các ion kim loại đã trao đổi trước đó (Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , La^{3+} , Y^{3+} , Ce^{+} , B^{3+} , Cu^{+} , Pb^{3+} , As^{3+} , Cr^{6+} , Cd^{2+} , v.v.) để tạo ra phức hợp cơ kim-vô cơ được bao bọc bởi zeolit.

Zeolit mới có thể tạo thành. Amino axit là có sẵn trong tự nhiên và có thể có chức năng làm cấu tử cho kim loại chuyển tiếp. Hầu hết phối hợp với ion kim loại như cấu tử hai càng N, O tận dụng nhóm amino và carboxylat. Chúng là cấu tử "L-X". Histidin, axit aspartic, methionin, và xystin đôi khi tạo ra phức hợp H,H,O, N,O,O, S,N,O ba càng. Do đó, phức hợp cơ kim-vô cơ bị giữ lại trong lỗ zeolit, đồng thời nó được sử dụng để tạo ra phức hợp cơ kim-vô cơ được bao bọc bởi khoáng zeolit mới sinh.

Đất tổng hợp có thể còn được trộn với một hoặc nhiều chất độn. Chất độn có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần sau: than sinh học, vỏ trấu, rơm rạ nghiền, sợi vỏ dừa được nghiền, và mặt cưa.

Trong quá trình đa trùng ngưng, phức hợp cơ kim-vô cơ và xenluloza ở trong dạng keo hồ sệt được bao bọc bởi zeolit mới sinh sau khi chất độn được bổ sung, pH được làm hạ thấp hơn pH9, tỷ lệ $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ được tăng lên lớn hơn 2,2, phản ứng đa trùng ngưng xảy ra và nước được giải phóng.

Chất độn được sử dụng trong quá trình xử lý này có thể bao gồm muối silic (SiO_2), than sinh học, tro trấu (RHA), canxi sulfat hydrat (PG), xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS), hoặc hỗn hợp của chúng. Khi phản ứng được tiến hành, pH có thể làm giảm đến thấp hơn 10, nếu cần thiết (ví dụ, nếu pH thấp hơn pH 7,5 hoặc lớn hơn pH 9,0). pH có thể được điều chỉnh đến giá trị mong muốn nằm trong khoảng pH 7,5 đến pH 9,0. Chất độn với đặc tính thuộc puzolan có thể trung hòa soda kiềm dư cũng như hấp thụ nước để làm khô và làm cho đất xốp hơn để không khí dễ lưu thông.

Sản phẩm của đa trùng ngưng có thể là polyme cấu trúc mạng ba chiều (3D) mà có thể được đặc trưng bởi sự phát triển dị thể bên trong của tràng thạch (Felspar) ngoại sinh (perthit, anorthit, albit) và xenluloza hóa thạch.

Trong quá trình cacbon hóa, Ca^{2+} còn lại trong hỗn hợp có thể phản ứng với CO_2 trong khí quyển để tạo ra calxit (CaCO_3).

Sáng chế còn đề xuất đất tổng hợp được sản xuất bằng các phương pháp theo sáng chế.

Bảng 3 thể hiện thành phần khoáng chất của đất tổng hợp theo phương án của sáng chế (mẫu F2) được phân tích bằng Huỳnh quang nhiễu xạ tia X (XRD). Các khoáng chất vô định hình không được phát hiện bằng XRD.

Bảng 3

Khoáng chất	Đất công thức (%wt)	Đất tự nhiên (%wt)
Vô định hình	Giàu	Chưa xác định
Thạch anh (SiO_2)	9-11	9-11
Felspar $\text{K}_{0,5}\text{NaO}_{,5}\text{Al}_3\text{SiO}_8$	4-6	Không tìm thấy
Thạch cao ngậm nước – $\text{CaSO}_4 \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$	4-6	Không tìm thấy
Canxi sulfat anhydrit khan - CaSO_4	3-5	Không tìm thấy
Kaolinit – $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5) \cdot (\text{OH})_4$	4-6	4-6
Geothit – $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	7-9	7-9
Hematit - Fe_2O_3	6-8	6-8
Maghemit - $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$	3-5	6-8
Gypsit – $\text{Al}(\text{OH})_3$	2-4	2-4
Canxit – CaCO_3	2-4	2-4

Bảng 4 thể hiện thành phần nguyên tố (wt%) của đất công thức, đất có nguồn gốc từ đá granit và đất bazan theo phương án của sáng chế.

Bảng 4

	Đất công thức	Đất từ granit	Đất từ bazan
Al_2O_3 (%wt)	12,29	27,13	21,29
CaO (%wt)	4,29	0,33	0,46
Tổng Fe_2O_3 (%wt)	17,73	12,20	19,31
MgO (%wt)	0,90	0,45	0,59
K_2O (%wt)	0,93	0,54	0,54
MnO_2 (%wt)	0,21	0,04	0,37
P_2O_5 (%wt)	0,57	0,08	0,13
Na_2O (%wt)	3	0,40	0,13
Ti_2O (%wt)	2,41	1,73	1,92
SiO_2 (%wt)	60,5	46,7	45,94

Theo một số phương án, đất tổng hợp chứa khoảng 20 wt% chất hữu cơ, lần lượt tương đương với khoảng 11,7 wt % cacbon (C) và khoảng 1,17 wt % nitơ (N). 1 kg cacbon được oxy hóa hoặc được phân huỷ bởi vi khuẩn tạo ra khoảng 3,36 kg CO_2 . 1 kg nitơ được oxy hóa hoặc được phân huỷ bởi vi khuẩn tạo khoảng 1,57 kg N_2O . Vì N_2O có hiệu ứng nhà kính mạnh hơn khoảng 298

lần so với CO₂, mỗi tấn của đất công thức được sản xuất bằng cách phương pháp theo sáng chế có thể tiết kiệm tương đương khoảng 5,8 tấn GHG.

Chất hữu cơ đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái đất, mà quan trọng đối với nông nghiệp. Hàm lượng chất hữu cơ là một trong các chỉ số tốt nhất cho chất lượng của đất, đặc biệt khi đất có thể được quan trắc theo thời gian. Phương pháp xác định hàm lượng chất hữu cơ trong đất đã biết đến trong lĩnh vực này và có thể bao gồm thiết bị chuyên dụng.

Bảng 5 thể hiện đặc tính sinh lý-hóa học của đất tổng hợp theo phương án của sáng chế (Đất công thức).

Bảng 5

	Đất công thức	Đất tự nhiên
pH	(Khoảng) 8,51	4,5-6,5
Độ ẩm (H ₂ O) (%wt) (tự nhiên)	25-30	Thấp nhất 5,7- cao nhất <15
Chỉ số dẻo (IP)	15,99	15-17
Giới hạn lỏng	66,84	41
Trọng lượng riêng	2,66	2,62
Màu	Nâu đỏ nhạt	Nâu đỏ nhạt
Vật chất hữu cơ (OM) (%wt)	20,17	Ít nhất 0,2 – Cao nhất 4,0
Cacbon hữu cơ (OC) (%wt)	11,70	Ít nhất
Tỷ lệ C/N	11	Thay đổi
Trao đổi cation (CEC) mg/kg	18,47	10-20
Al ₂ O ₃ (%wt)	12,29	Trung bình: 11,5
Lưu huỳnh (S ²⁻)	10,50 mg/kg	Ít nhất <0,5 – Cao nhất <6
Tổng K ₂ O (%wt)	0,93	Ít nhất <1,42 – Cao nhất <1,91
K ₂ O (dễ tiêu)	506,15 mg/kg	Ít nhất <152,23 – Cao nhất <200
Tổng N (%wt)	1,1	Ít nhất <0,13 – Cao nhất <0,15
Tổng P ₂ O ₅ (%wt)	0,57	Ít nhất <0,10 – Cao nhất <0,16
P ₂ O ₅ (dễ tiêu)	25,9 mg/kg	Ít nhất <11,8 – Cao nhất <16,2
CaO (%wt)	4,2	Trung bình: 3,6
MgO	120 mg/kg	Ít nhất <0,15 – Cao nhất <100
Bo	65,5mg/kg	Ít nhất <0,1 – Cao nhất <7
Mo	6,0mg/kg	Ít nhất <0,05 – Cao nhất <0,5
Co	67,8	Không xác định

Fe ³⁺	5670mg/kg	Ít nhất <370 – Cao nhất <930
Tổng Fe ₂ O ₃ (%wt)	17,73	Trung bình 20-22
Mn	137 mg/kg	Ít nhất <1 – Cao nhất <100
Zn	22,13 mg/kg	Ít nhất <0,2 – Cao nhất <5
Cu	89,45 mg/kg	Ít nhất <0,3 – Cao nhất <7
La	45,8 mg/kg	Ít nhất <0,05 – Cao nhất <6
Ce	136,5 mg/kg	Không xác định

Các thành phần dưỡng chất trên đây có thể được thu hồi, được tinh chế và tái tổ hợp với 98 wt% từ hỗn hợp chất thải mà không cần bổ sung nguyên liệu tổng hợp ngoại trừ chất bông tụ và chất keo tụ thân thiện với đất trồng mà nồng độ có thể được thay đổi như mong muốn.

Bảng 6 thể hiện hàm lượng của kim loại nặng và á kim trong phương án của đất tổng hợp theo sáng chế (ví dụ, sau khi được hấp thụ bằng zeolit (trao đổi cation) và được chelat hóa bằng amino axit).

Bảng 6

Nguyên tố	Nồng độ (ppm)		Ngưỡng giới hạn trong đất
	Sau khi hấp thụ	Trước khi hấp thụ	
Asen (As)	0,88	72	15
Cadmi (Cd)	Không thể phát hiện	2,0	1,5
Chì (Pb)	Không thể phát hiện	46,0	70
Đồng (Cu)	12,25	101,7	100
Crom (Cr)	31,08	533,7	150
Kẽm (Zn)	22,13	280,8	200

Đất tổng hợp có thể còn bao gồm một hoặc nhiều thuốc trừ bệnh sinh học, một hoặc nhiều thuốc trừ sâu sinh học, một hoặc nhiều thuốc diệt cỏ sinh học, một hoặc nhiều chất kiểm soát côn trùng và/hoặc một hoặc nhiều hợp chất có mùi khó chịu. Viên đất tổng hợp có thể được bao với lớp bao chứa một hoặc nhiều vi khuẩn, bào tử nấm, thuốc diệt nấm, thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ, chất kiểm soát côn trùng, và/hoặc một hoặc nhiều hợp chất có mùi khó chịu.

Theo một số phương án, trong đất tổng hợp, tất cả dưỡng chất được chuyển hoá thành các phức hợp cơ kim-vô cơ dùng làm “phân bón thông minh” mà giải phóng dưỡng chất theo nhu cầu của thực vật mà không bị phân huỷ bởi vi khuẩn mà tạo ra nhiều khí nhà kính (GHG), nhờ đó trở thành công nghệ tàng trữ

cacbon tuyệt vời. Điều này đạt được bằng, ví dụ, việc bao trong đất và hấp thu bởi thực vật từ khí quyển. Nhờ đó, một (1) tấn của đất tổng hợp tạo ra khả năng 5,8 tấn GHG tương đương CO₂ được tàng trữ trực tiếp và gián tiếp bằng cơ chế phát triển sạch (CDM), mà còn dùng làm nền để chủng vi khuẩn cố định đạm, giúp hạn chế việc sử dụng phân bón tổng hợp và phân bón tự nhiên.

Theo một số phương án, trong đất tổng hợp, các nguyên tố siêu vi lượng dưỡng chất như Bo(B), Molybden (Mo), Coban (Co), đồng (Cu), kẽm (Zn), kim loại đất hiếm (La, Ce) được làm giàu bằng cách chelat hóa hoặc trao đổi cation thành đất công thức trong quá trình sản xuất, không giống phương pháp ngâm tẩm để tạo ra phân bón kích thích phát triển. Nguyên tố siêu vi lượng dưỡng chất không những có thể hỗ trợ sự phát triển lành mạnh của thực vật và/hoặc ức chế sự phát triển của mầm bệnh, tuyến trùng, giúp thực vật kháng lại bệnh tốt hơn, mà còn dùng làm chế phẩm nông dược thụ động, không cần sử dụng thuốc trừ sâu hoặc diệt cỏ.

Đất tổng hợp có thể có tác dụng như là vật liệu đệm hỗ trợ sự điều hòa pH đất, trung hòa độ axit đất, độ muối, khử độc chất nhiễm bẩn và giữ lại cho đất độ ẩm và dưỡng chất bằng cơ chế hấp thụ-khử hấp thụ linh hoạt nhờ đó khiến cho đất trở thành chất cải tạo đất đa năng.

Lantan (La) và xeri (Ce) là nguyên tố đất hiếm nhẹ hữu ích cho chất phân bón vi dưỡng chất mà giúp:

tăng sự quang hợp của lá thực vật từ 20 đến 80% và hiệu suất cây trồng từ 10 đến 20%; làm giảm sử dụng phân bón thông thường;

tăng trao đổi cation, khả năng hấp thụ dưỡng chất đa lượng để làm giảm sự tiêu thụ phân bón tổng hợp;

tăng sự phát triển rễ để tăng khả năng chịu hạn;

tăng khả năng chống chịu cho thực vật đối với bệnh và côn trùng để cho phép thực vật phát triển mạnh khỏe;

giảm độc tính, phân đất hiếm dư không khác nhiều đối với giá trị tham chiếu; tăng mùi và vị của sản phẩm nông nghiệp.

tăng sự mọc mầm của hạt, kéo dài chồi cây và ra quả, hàm lượng đường.

Bo (B) là vi dưỡng chất rất quan trọng đối với sự phát triển và sức khỏe của tất cả cây trồng. Nó là một thành phần của thành tế bào thực vật và cấu trúc khả năng sinh sản. Nó là dưỡng chất di động trong đất, nghĩa là có xu hướng biến đổi trong đất.

Kẽm (Zn) là một trong tám vi dưỡng chất cần thiết. Nó cần thiết cho thực vật với lượng nhỏ quan trọng cho sự phát triển của thực vật. Trong thực vật, kẽm

là cấu phần quan trọng cho các enzym và protein. Nó đóng vai trò quan trọng trong các quá trình khác nhau, như quá trình sản xuất hormone tăng trưởng và giãn thân.

Đồng (Cu) hoạt hóa một số enzym trong thực vật mà có trong quá trình tổng hợp lignin và có thể cần thiết trong một số hệ enzym. Nó còn cần thiết trong quá trình quang hợp, cần thiết cho sự hô hấp của thực vật và hỗ trợ thực vật trao đổi chất hydrat cacbon và protein.

Coban (Co) là nguyên tố vết trong thực vật. Nó là cấu phần của thành phần của các enzym và tăng khả năng chống hạn của hạt. Trong cây họ đậu, coban là quan trọng đối với việc cố định đạm bằng vi khuẩn mà liên quan đến cây họ đậu.

Molypden (Mo) là nguyên tố vết đối với thực vật bởi vì nó là thành phần cần thiết của enzym nitrogenaza, mà giúp chuyển hoá nitơ khí quyển thành amoniac, bột molypden được sử dụng làm phân bón đối với một số thực vật, như xúp lơ.

Chất thải có thể là chất thải công nghiệp, chất thải nông nghiệp, chất thải đô thị, phân bón, nước thải sinh hoạt, và các dòng thải công nghiệp.

Chất thải vô cơ (hoặc hỗn hợp chất thải vô cơ) có thể bao gồm, ví dụ, tro bay (FA), tro đáy, xỉ lò cao nghiền mịn (GBFS), bùn đỏ (RM), canxi sulfat hydrat bã thạch cao của nhà máy sản xuất phân DAP(PG), v.v., hoặc hỗn hợp của chúng. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “chất thải vô cơ” và “hỗn hợp chất thải vô cơ” có thể thay thế cho nhau.

Thuật ngữ "tro" có thể đề cập đến tro bay, tro đáy và tất cả loại tro chứa kiềm đến từ nguồn bất kỳ bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, đốt than, đốt củi và đốt nguyên liệu sinh học khác.

Ngoài ra, chất thải có thể bao gồm nguyên liệu mà không từ quá trình đốt cháy, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, loại tro khác, đất ô nhiễm, nguyên liệu bùn thải.

Chất thải hữu cơ (hoặc hỗn hợp chất thải hữu cơ) có thể bao gồm chất thải rắn đô thị (MSW), chất thải động vật (ví dụ, sản phẩm nuôi), chất thải nông nghiệp, chất thải thực vật, bùn thải, chất thải thực phẩm, hoặc hỗn hợp của chúng. Chất thải hữu cơ có thể bao gồm, ví dụ, chất thải từ lò mổ, chất thải từ quá trình xử lý hoặc đóng gói thịt, động vật chết, thân động vật, chất thải thực phẩm, phân động vật, ví dụ, chất thải từ bò, lợn hoặc phân bò, rác gia cầm, đệm lót chuồng cho động vật, chất thải từ công nghiệp thực phẩm, máu từ lò mổ, v.v., hoặc hỗn hợp của chúng. Chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải được chọn từ nhóm bao gồm mảnh nhỏ thực phẩm, thịt, sữa và vật chất từ thực vật. Chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải động vật, chất thải thực vật hoặc được phân tách động vật và chất thải thực vật. Chất thải hữu cơ có thể bao gồm chất thải

sinh học từ nguồn, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chất thải thực phẩm, chất thải sản xuất, vật chất thải khi thu hoạch thực vật (lá và thân), phân bón động vật, v.v. Nếu không bị giới hạn, chất thải hữu cơ có thể bao gồm hoặc có nguồn gốc từ sản phẩm phụ từ thực vật và/hoặc động vật, rong biển, sản phẩm chất thải sữa, phân bón gia súc, phân bón lông, phân giun, than bùn, phân chim, phân trộn, bột huyết, bột xương, thịt cá, phần phụ phẩm cây trồng phân hủy, váng sữa phô mai, dung dịch hỗn hợp từ thực phẩm và/hoặc cơ sở chăn nuôi gia súc, nước thải từ quá trình chế biến thực phẩm, và hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “chất thải hữu cơ” và “hỗn hợp chất thải hữu cơ” có thể sử dụng thay thế cho nhau (Patent Mỹ số US 10,000,428 và US 10,351,482).

Chất thải động vật có thể bao gồm sản phẩm nuôi, xác chết động vật và các bộ phận cơ thể của chúng, cũng như chất bài tiết của động vật.

Trong quá trình xử lý của động vật để sản xuất thịt hoặc sử dụng khác, lượng lớn của động vật được loại bỏ, vớt bỏ và không bán cho mục đích sử dụng cuối. Chất thải động vật bao gồm sản phẩm nuôi như xương, máu, phân ruột, lông cừu, da lông và lông. Sản phẩm nuôi còn bao gồm chất thải động vật như rác thải gà, chất thải từ bò và phân lợn hoặc ngựa. Chất thải động vật có thể bao gồm phân, nước tiểu, thực phẩm, vật liệu lót ổ, như mật gỗ và/hoặc mật cưa, lông, và nguyên liệu khác. Theo một phương án, chất thải động vật có thể chứa một hoặc nhiều vi sinh vật có hại, như vi khuẩn, virus, động vật nguyên sinh, và/hoặc ký sinh vật hoặc mầm bệnh khác. Chất bài tiết động vật bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, phân bón, mà có thể phân, nước tiểu, và chất bổ sung như nước, thức ăn thải, lông, và đệm lót cho động vật. Phân bón có thể có nguồn gốc từ động vật bất kỳ, như lợn, gia cầm (ví dụ, gà, gà gô v.v.), bò, cừu, dê, cừu non và ngựa, thậm chí cả người.

Phân bón được bài tiết bởi gia cầm và gia súc khác thường chứa các mầm bệnh, bao gồm khuẩn *Salmonella*, *Coliform*, *Fecal Coliform*, giun sán truyền qua đất (giun móc, giun đũa *Ascaris*, và giun tóc), *Campylobacter*, cúm gia cầm *Avian Influenza*, nấm *Histoplasma*, *Capsulatum Fungu*, và khuẩn *Escherichia coli*. Sự có mặt của các mầm bệnh này gây ra các nguy cơ về sức khỏe đối với người nông dân xử lý phân bón. Ngoài ra, việc sử dụng hoặc phân phối của phân bón chứa các mầm bệnh này cho cây trồng nông nghiệp có thể tạo ra các quan ngại về môi trường và sức khỏe liên quan đến người nông dân và người sử dụng.

Chất thải động vật có thể tạo ra tại nhà máy sản xuất hoặc có thể được vận chuyển, ví dụ, ở dạng khối bằng xe tải. Cần phải hiểu rằng các đặc tính, ví dụ, hàm lượng dưỡng chất và đặc tính vật lý của sản phẩm thải từ động vật có thể thay đổi phụ thuộc vào, ví dụ, loại động vật và/hoặc cơ sở trồng trọt hoặc phát triển, thời gian chất thải động vật được lưu trữ, điều kiện môi trường, v.v. Theo một khía cạnh, đặc tính, như, ví dụ, hàm lượng nitơ, hàm lượng phospho, hàm

lượng kali, hàm lượng canxi, hàm lượng lưu huỳnh, hàm lượng bo, hàm lượng magie, hàm lượng molybden, hàm lượng natri, hàm lượng mangan, hàm lượng kẽm, hàm lượng sắt, hàm lượng đồng, độ ẩm, và pH, có thể thay đổi phụ thuộc vào loại động vật và/hoặc cơ sở trồng trọt hoặc phát triển. Ví dụ, rác thải từ động vật, gia cầm có thể chứa mật gỗ, mật cưa, lông, và/hoặc nguyên liệu khác cùng với phân, và hàm lượng ẩm có thể thay đổi phụ thuộc vào rác có nguồn gốc từ gà thịt hoặc sự đẻ trứng. Rác gia cầm có thể bao gồm các nguyên liệu có kích cỡ thay đổi.

Chất thải thực vật có thể bao gồm chất thải từ gà, ổ cho động vật, hoa quả hoặc chất thải thực vật, ví dụ, vỏ hoa quả, chất thải từ mía.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “khoảng” được dùng để biến đổi số lượng trong khoảng trung bình $\pm 10\%$, bao gồm cả giá trị được biến đổi.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, phần trăm “% (w/w)” hoặc “wt%” là phần trăm khối lượng (w) so với khối lượng (w); phần trăm “% (w/v)” là phần trăm khối lượng (w) so với thể tích (v) (w theo g và v theo mL); phần trăm “% (v/v)” là phần trăm thể tích so với thể tích.

Thuật ngữ “về cơ bản không chứa” chất cần được hiểu là mang nghĩa không chứa chất đó, hoặc lượng của chất đó trong chế phẩm (ví dụ, đất tổng hợp) thấp đến mức mà không có ảnh hưởng bất kỳ nào đối với chế phẩm (ví dụ, đất tổng hợp), kết quả sử dụng chế phẩm (ví dụ, đất tổng hợp) hoặc đặc tính của chế phẩm (ví dụ, đất tổng hợp) sau khi nó được lấy ra khỏi chế phẩm. Theo một số phương án, thuật ngữ “về cơ bản không chứa” chất nghĩa là chất đó là ít hơn khoảng 5 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 4 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 3 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 2 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 1 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 0,5 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 0,2 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 0,1 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 0,05 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), ít hơn khoảng 0,02 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v), hoặc ít hơn khoảng 0,01 % w/w (hoặc % w/v, hoặc % v/v) trong chế phẩm (ví dụ, đất tổng hợp).

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn với sự tham chiếu đến các ví dụ chỉ với mục đích minh họa cho sáng chế thông qua các phương án được ưu tiên. Cần phải hiểu rằng, các ví dụ này không làm giới hạn sáng chế.

Ví dụ 1: Điều chế đất công thức từ phân thải động vật

Bước 1: Điều chế nguyên liệu tiền chất và nguyên liệu cấp

Phân bò: (chất thải hữu cơ) 20 L

Dung dịch bùn đỏ được hoạt hóa: 5 L hoặc 5 kg theo khối lượng khô.

(Bùn đỏ được hoạt hóa được điều chế như được mô tả trong bản mô tả này. Nó có thể được sử dụng để thanh lọc mùi khó chịu được phát thải bởi vi khuẩn trong động vật phân bón và nước thải).

Tro bay (chất thải vô cơ): 20 L

Xi lò cao nghiền mịn (chất thải vô cơ): 15 L

Sợi dừa: 20 L

Vỏ trấu: 10 L

Canxi sulfat hydrat (Phosphogypsum): (chất thải vô cơ) 10 L

Cát sông: 20 L

Đất mặn: 20 L

Natri hydroxit: 1kg

Natri silicat hoặc thủy tinh lỏng :4 L (nồng độ khoảng 1 đến 3 wt%)

(Thủy tinh lỏng với tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ 2,9 đến 3,2 có thể được sử dụng. Khi NaOH được bổ sung, tổng $[\text{Na}_2\text{O}+\text{SiO}_2]$ được gia tăng mà làm giảm tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ để hướng đến nhiều bazơ (tính kiềm mạnh hơn). Khi nhiều NaOH được bổ sung, tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ còn bị giảm đến thấp hơn 1,45. Theo một phương án, tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ có thể làm giảm đến khoảng 0,9:1 đến khoảng 1,1:1, ở tỷ lệ này nó có thể trở thành chất hoạt hoá kiềm tính.)

Bước 2: Trộn lẫn của nguyên liệu bằng cách sử dụng máy trộn bê tông kiểu hành tinh 150 L

Ngâm phân bò trong bùn đỏ được hoạt hóa để khử mùi. Quá trình khử mùi hoàn tất trong khoảng 1 đến 2 phút cho thấy phân bò đã được thủy phân hoàn toàn.

Bổ sung 10 L nước.

Trộn lẫn tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn, natri hydroxit và natri silicat với phân bò được thủy phân (nguyên liệu sinh học) trong 30 đến 45 phút để tạo ra bột nhão và đặc. Natri hydroxit và natri silicat có thể là phản ứng để tạo ra chất hoạt hoá kiềm tính mạnh với tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ khoảng 0,9: 1 đến khoảng 1,1:1 để thủy phân phân bò, tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn

đồng thời. Tất cả việc trộn lẫn được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Thuỷ phân chất thải hữu cơ được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14. Việc hoạt hoá của chất thải vô cơ được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14 (ví dụ, khoảng pH 14).

Bước 3: Tái tổ hợp đất

Bổ sung sợi dừa và tro trấu vào hỗn hợp trong bước 2, và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút. Tro trấu chủ yếu chứa SiO_2 có thể phản ứng với phần dư NaOH để tạo ra Na_2SiO_3 bổ sung, mà làm pH giảm xuống thấp hơn pH 9. Nồng độ NaOH sau khi trộn lẫn và phản ứng xảy ra có thể làm giảm đến khoảng 0,001 đến 0,01wt% hoặc gần như đến 0 wt%. Sau đó hỗn hợp bắt đầu polyme hóa, và đất công thức được tái tổ hợp.

Bổ sung canxi sulfat hydrat và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút. CaSO_4 sẽ phản ứng với phần dư Na_2SiO_3 để tạo ra CaSiO_3 và Na_2SO_4 , nhờ đó nồng độ của Na_2SiO_3 giảm xuống gần như bằng 0,0wt%.

Bổ sung đất mặn và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút.

Bổ sung cát sông và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút.

Bổ sung 1 kg xi măng portland để làm khô hỗn hợp đất công thức.

Ví dụ 2: Điều chế đất công thức từ chất thải sinh hoạt MSW

MSW chứa chất thải thực phẩm và có thể sử dụng làm phân trộn xanh.

Bước 1: Điều chế nguyên liệu tiền chất và nguyên liệu cấp

MSW: 20 L

Tro bay: 20 L

Xi lò cao nghiên mịn: 15 L

Sợi dừa: 20 L

Vỏ trấu: 10 L

Canxi sulfat hydrat: 10 L

Cát sông: 20 L

Đất mặn: 20 L

Natri hydroxit: 1kg

Natri silicat: 4 L (nồng độ khoảng 1 đến 3 wt%)

Bước 2: Trộn lẫn của nguyên liệu bằng cách sử dụng máy trộn bê tông kiểu hành tinh 150 L

Trộn lẫn chất thải sinh hoạt MSW với tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn, natri hydroxit và natri silicat đều với nhau trong 30 đến 45 phút để tạo ra bột mềm và đặc. Natri hydroxit và natri silicat có chức năng như là hỗn hợp huỷ phân đối với chất thải hữu cơ và chất hoạt hoá kiềm tính đối với chất thải vô cơ. Natri hydroxit có thể là phản ứng với natri silicat hoặc thủy tinh lỏng để tạo ra hỗn hợp huỷ phân/chất hoạt hoá kiềm tính mạnh với tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ khoảng 0,9:1 đến khoảng 1,1:1 để thủy phân cả chất thải hữu cơ (MSW) và chất thải vô cơ (tro bay và xỉ lò cao nghiền mịn) đồng thời. Tất cả việc trộn lẫn được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh. Thủy phân của chất thải hữu cơ được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14. Việc hoạt hoá của chất thải vô cơ được thực hiện ở khoảng pH từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14 (ví dụ, khoảng pH 14).

Bước 3: Tái tổ hợp đất

Bổ sung sợi dừa và tro trấu vào hỗn hợp trong bước 2, và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút. Tro trấu chủ yếu chứa SiO_2 có thể là phản ứng với phần dư NaOH để tạo ra bổ sung Na_2SiO_3 , mà làm pH giảm xuống thấp hơn pH 9. Nồng độ NaOH sau khi trộn lẫn và phản ứng xảy ra có thể làm giảm đến khoảng 0,001 đến 0,01wt% hoặc đến gần như bằng 0 wt%. Sau đó hỗn hợp bắt đầu polyme hóa, và đất công thức được tái tổ hợp.

Bổ sung canxi sulfat hydrat và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút. CaSO_4 sẽ phản ứng với phần dư Na_2SiO_3 để tạo ra CaSiO_4 và Na_2SO_4 , nhờ đó nồng độ của Na_2SiO_3 giảm xuống gần như bằng 0,0wt%.

Bổ sung đất mặn và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút.

Bổ sung cát sông và trộn lẫn đều trong 15 đến 20 phút.

Bổ sung 1 kg xi măng portland để làm khô hỗn hợp đất công thức.

Ví dụ 3: Tạo ra đá công thức để sử dụng làm đá lát lề đường

Bước 1: Điều chế nguyên liệu tiền chất

Tro bay: 20kg khối lượng khô

Xỉ lò cao nghiền mịn: 20 kg khối lượng khô

Cốt liệu lớn ẩm: 30 L

Metasilicat khan: 3,2 kg

Thủy tinh lỏng: 2 L (natri silicat nồng độ: khoảng 1 đến 3 wt%)

Bước 2: Thiết bị trộn lẫn: thiết bị trộn loại hành tinh 150 L

Trộn lẫn tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn và cốt liệu lớn ẩm với nhau và trộn lẫn đều trong khoảng 30 phút để đồng nhất.

Phun nước vào hỗn hợp để đạt được hàm lượng ẩm là khoảng 15 đến 20%.

Trộn lẫn metasilicat khan (với tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ khoảng 0,9 đến 1,1) với hỗn hợp được làm ẩm. Việc trộn lẫn đều trong khoảng 30 phút. Tỷ lệ khối lượng metasilicat/tro bay khoảng 16:100.

Sau đó, metasilicat khan hấp thụ độ ẩm để tạo ra chất hoạt hoá kiềm tính mạnh để thủy phân tro bay để sản xuất gel zeolit để giải phóng nhiều nước khiến cho metasilicat bột khan và xỉ lò cao nghiền mịn hoà tan hoàn toàn và thủy hoá để tạo nguồn nội nhiệt để khởi phát quá trình Geopolymer hóa.

Bước 3: Thiết bị nén: Thét bị nén 80 tấn đối với thiết bị tạo gạch bê tông.

Khuôn được phun trước bằng thủy tinh lỏng

Chèn lưới hàn thép để gia cố nhằm tăng giới hạn uốn của đá khối.

Đổ đầy khuôn bằng hỗn hợp được làm ẩm từ bước 2.

Nén hỗn hợp được làm ẩm bằng áp lực, mà làm cho cường độ ma sát cao đẩy nước ra ngoài và tạo thuận lợi cho phản ứng hóa học vì hạt rắn trở nên đặc hơn và được nén nhiều hơn và liên kết với nhau mạnh hơn bởi gel zeolit. Việc chuyển đá được định hình đến buồng hơi nóng để đông rắn trong khoảng 8 giờ. Nguyên liệu được đông rắn và được làm cứng trong khoảng 6 đến 28 ngày để tái tổ hợp đá tổng hợp.

Theo phương pháp khác, đá sau khi được định hình được chuyển tiếp đến buồng vi sóng 600w để đông rắn trong khoảng 3 đến 6 phút. Nguyên liệu được ninh kết và được làm cứng trong khoảng 15 đến 30 phút để tái tổ hợp thành đá tổng hợp.

Ví dụ 4: Tạo ra đá công thức để sử dụng làm khối đá siêu trường siêu trọng

Bước 1: Điều chế nguyên liệu tiền chất

Tro bay: 50 kg khối lượng khô

Xỉ lò cao nghiền mịn: 50 kg khối lượng khô

Lưới thép hàn ở dạng rọ được làm đầy với mảnh đá, đá cuội, sỏi, chai thủy tinh với kích cỡ nằm trong khoảng từ khoảng 5 cm x 5 cm đến khoảng 10 cm x 20 cm.

Metasilicat khan: 8 kg

Thủy tinh lỏng: 4 L (với tỷ lệ mol $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ là khoảng 3,2) (nồng độ natri silicat: khoảng 1 đến 3 wt%)

Cốt liệu: 200 L (mảnh đá, đá cuội, sỏi, chai thủy tinh với kích cỡ nằm trong khoảng từ 5 cm x 5 cm đến khoảng 10 cm x 20 cm.)

Bước 2: Trộn lẫn trong thiết bị trộn kiểu hành tinh dung tích 150L

Trộn lẫn tro bay, xỉ lò cao nghiền mịn với nhau và trộn lẫn đều trong 30 phút để đồng hóa.

Phun nước vào hỗn hợp để đạt được hàm lượng ẩm là khoảng 30%.

Trộn lẫn metasilicat khan với hỗn hợp được làm ẩm, trộn lẫn đều trong khoảng 30 phút. Tỷ lệ khối lượng metasilicat/tro bay khoảng 16: 100,

Bổ sung thủy tinh lỏng và trộn lẫn đều trong 10 phút để tạo ra hỗn hợp lỏng lưu động cao.

Bước 3: Đổ khuôn

Khuôn kín nước được chuẩn bị để tránh thất thoát nước. Bơm bê tông được sử dụng để vận chuyển nhanh hỗn hợp lỏng vào khuôn.

Hỗn hợp lỏng giống gel được làm đầy các khoang rỗng trong rọ đá và được tự lèn nhanh, đóng rắn, được lưu hóa, được làm cứng, liên kết các khối, mảnh đá, đá cuội, sỏi và lưới thép với nhau trong khoảng 6 đến 28 ngày để tạo khối đá. Khi pH của gel zeolit giảm xuống thấp hơn pH 9, gel được polyme hóa. Sau khi đóng rắn, nguyên liệu tự lèn và được làm cứng. Nồng độ của metasilicat khan và natri silicat hoặc thủy tinh lỏng được làm giảm đến gần 0 wt%.

Phạm vi của sáng chế không bị giới hạn bởi các nội dung đã được mô tả và thể hiện một cách cụ thể trong bản mô tả này. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ nhận ra rằng có các điều chỉnh thích hợp đối với các ví dụ về nguyên liệu, sự điều chỉnh, sự tạo cấu trúc và kích thước. Các tài liệu, bao gồm sáng chế và các công bố khác, được trích dẫn và mô tả trong phần mô tả sáng chế. Việc trích dẫn và mô tả các tài liệu này chỉ với mục đích làm rõ phần mô tả sáng chế và tài liệu bất kỳ trong số chúng không được xem là tài liệu đối chứng của sáng chế như được mô tả trong bản mô tả này. Tất cả các tài liệu trích dẫn được kết hợp vào bản mô tả bằng cách viện dẫn toàn bộ. Các thay đổi, biến đổi và phương thức thực hiện khác có thể được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Mặc dù một số phương án của sáng chế đã được thể hiện và mô tả, tuy nhiên hiển nhiên là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ có thể thực hiện được các thay đổi và biến đổi mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Các đối tượng được mô tả trong bản mô tả trên đây chỉ với mục đích minh họa và không làm giới hạn sáng chế.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) thủy phân chế phẩm chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng chế phẩm thủy phân để tạo ra vật liệu sinh học, trong đó chế phẩm thủy phân có độ pH nằm trong khoảng từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14;

(b) hoạt hóa chế phẩm chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hóa kiềm để tạo ra gel zeolit hoạt động, trong đó chất hoạt hóa kiềm có độ pH nằm trong khoảng từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14; và

(c) trộn vật liệu sinh học với gel zeolite hoạt động để tạo ra đất tổng hợp, trong đó chế phẩm thủy phân bao gồm bùn đỏ được hoạt hóa bằng kiềm.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất hoạt hóa kiềm bao gồm chất được chọn từ nhóm bao gồm natri hydroxit hoặc dung dịch kiềm (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat khan (Na_2SiO_3), kali silicat (K_2SiO_3), và hỗn hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều chất này có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ hoặc $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ khoảng 0,9 đến khoảng 1,1.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm chất thải vô cơ bao gồm thành phần được chọn từ nhóm bao gồm tro bay (fly ash - FA), xỉ lò cao được nghiền (fly ash - GBFS), bùn đỏ (RM), bã thải thạch cao phospho (phosphogypsum - PG), tro trấu (rice husk ash - RHA) và dạng kết hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều thành phần này.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm chất thải hữu cơ bao gồm thành phần được chọn từ nhóm bao gồm chất thải rắn đô thị (municipal solid waste - MSW), chất thải động vật, chất thải nông nghiệp, chất thải xanh, rác thải hỗn hợp, bùn thải và dạng kết hợp của bất hai hoặc nhiều thành phần này.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước (c) vật liệu sinh học và gel zeolit hoạt động được trộn với tỷ lệ thể tích nằm trong khoảng từ 5:1 đến khoảng 1:5.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước (c) việc trộn được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C hoặc ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong 2 giờ đến 4 giờ.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật liệu sinh học được tạo ra sau khi thủy phân chế phẩm chất thải hữu cơ là bùn rắn sinh học hoạt tính bao gồm các axit

amin hoặc axit amin phổ biến trong tự nhiên, mà có chức năng như các phối tử hướng tới kim loại chuyển tiếp và phối hợp với các ion kim loại như phối tử hai càng N,O hoặc các phối tử ba càng H,H,O, N,O,O, S,N,O để tạo thành các phức chất cơ kim mà được giữ lại trong các lỗ zeolit, trong khi nó được tạo thành để tạo ra các phức chất kim được bao bọc bằng zeolit mới khiến cho các nguyên tố cacbon (C) và nitơ (N) và lưu huỳnh (S) được chelat hóa vào đất tổng hợp thay vì bị phân hủy bởi vi khuẩn mà gây ra sự phát thải khí sinh học chủ yếu bao gồm metan (CH_4), cacbon dioxit (CO_2), hydro sulfua (H_2S) và nitơ oxit N_2O (tương đương với khí nhà kính) dẫn đến hiện tượng nóng lên toàn cầu.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó các axit amin hoạt động như các phối tử phối hợp với các ion kim loại ở dạng phối tử hai càng N,O hoặc các phối tử ba càng H,H,O, N,O,O, S,N,O sử dụng nhóm amino và carboxylat để tạo thành các phức chất cơ kim hai hoặc ba càng được giữ lại trong các lỗ zeolit, trong khi nó được tạo thành để tạo ra các phức chất cơ kim được bao bọc bằng zeolit mới khiến cho nitơ (N) được chelat hóa trong cấu trúc đất dưới dạng phân bón giải phóng chậm để cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng bị phân hủy bởi vi khuẩn mà gây ra sự phát thải khí nhà kính.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó gel zeolit hoạt động được tạo ra bằng cách phản ứng và hòa tan chế phẩm chất thải vô cơ bao gồm thành phần được chọn từ nhóm bao gồm tro bay (FA), xỉ lò cao được nghiền (GBFS), tro trấu (RHA) và hỗn hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều thành phần này, với chế phẩm chất hoạt hóa kiềm bao gồm chế phẩm được chọn từ nhóm bao gồm natri hydroxit (NaOH), kali hydroxit (KOH), natri silicat (Na_2SiO_3), kali silicat (K_2SiO_3) và hỗn hợp của bất kỳ hai hoặc nhiều chất này.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đất tổng hợp bao gồm một hoặc nhiều khoáng chất được chọn từ nhóm bao gồm thạch anh (SiO_2), Feldspar Kali ($\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{AlSi}_3\text{O}_8$), thạch cao $(\text{CaSO}_4)_2(\text{H}_2\text{O})$, khoáng vật illit $(\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}) \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$, kaolinit $(\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH}))$, canxit (CaCO_3), và hematit (Fe_2O_3), và bao gồm một hoặc nhiều chất hữu cơ được chọn từ nhóm gồm các phức chất cơ kim - vô cơ, axit humic, axit fulvic và mùn khiến cho đất tổng hợp trở thành môi trường trồng cây thích hợp.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó Na^+ trong zeolit có sẵn trong bùn đỏ hoặc gel zeolit mới có trong hỗn hợp hoặc hỗn hợp trao đổi cation với các ion kim loại tự do mà được chọn từ nhóm bao gồm K^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} , La^{3+} , Y^{3+} , Ce^+ , B^{3+} , Cu^+ , Pb^{3+} , As^{3+} , Cr^{3+} , và Cd^{2+} để làm cho đất tổng hợp không chứa á kim và kim loại nặng.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đất tổng hợp hấp thụ cacbon dioxit (CO_2) trong khí quyển, phản ứng với Ca^{2+} để tạo thành khoáng canxit (CaCO_3) giúp giảm phát thải khí nhà kính.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc bổ sung một hoặc nhiều chất dinh dưỡng hoặc khoáng chất được chọn từ nhóm bao gồm muối magie, amoniac (NH_3) và bã thải thạch cao phospho, mà được sử dụng để sản xuất đất tổng hợp có hàm lượng nitơ cân bằng đặc biệt, hàm lượng phosphat và hàm lượng kali (hàm lượng NPK) phù hợp với loại đất và/hoặc loại cây trồng cụ thể để các nguyên tố nitơ (N) và phospho (P) được chelat hóa trong đất tổng hợp thay vì bị vi khuẩn phân hủy tạo ra oxit nitơ (N_2O), mà là loại khí nhà kính chính (greenhouse gas - GHG) và giải phóng phospho (P) vào nguồn nước gây hại cho môi trường nước.

14. Phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) thủy phân chế phẩm chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng chế phẩm thủy phân để tạo ra vật liệu sinh học, trong đó chế phẩm thủy phân có độ pH nằm trong khoảng từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14;

(b) hoạt hóa chế phẩm chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hóa kiềm để tạo ra gel zeolit hoạt động, trong đó chất hoạt hóa kiềm có độ pH nằm trong khoảng từ khoảng pH 13 đến khoảng pH 14; và

(c) trộn vật liệu sinh học với gel zeolit hoạt động để tạo ra đất tổng hợp,

trong đó ở bước (a) quá trình thủy phân được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C hoặc ở nhiệt độ môi trường xung quanh từ 8 giờ đến 16 giờ.

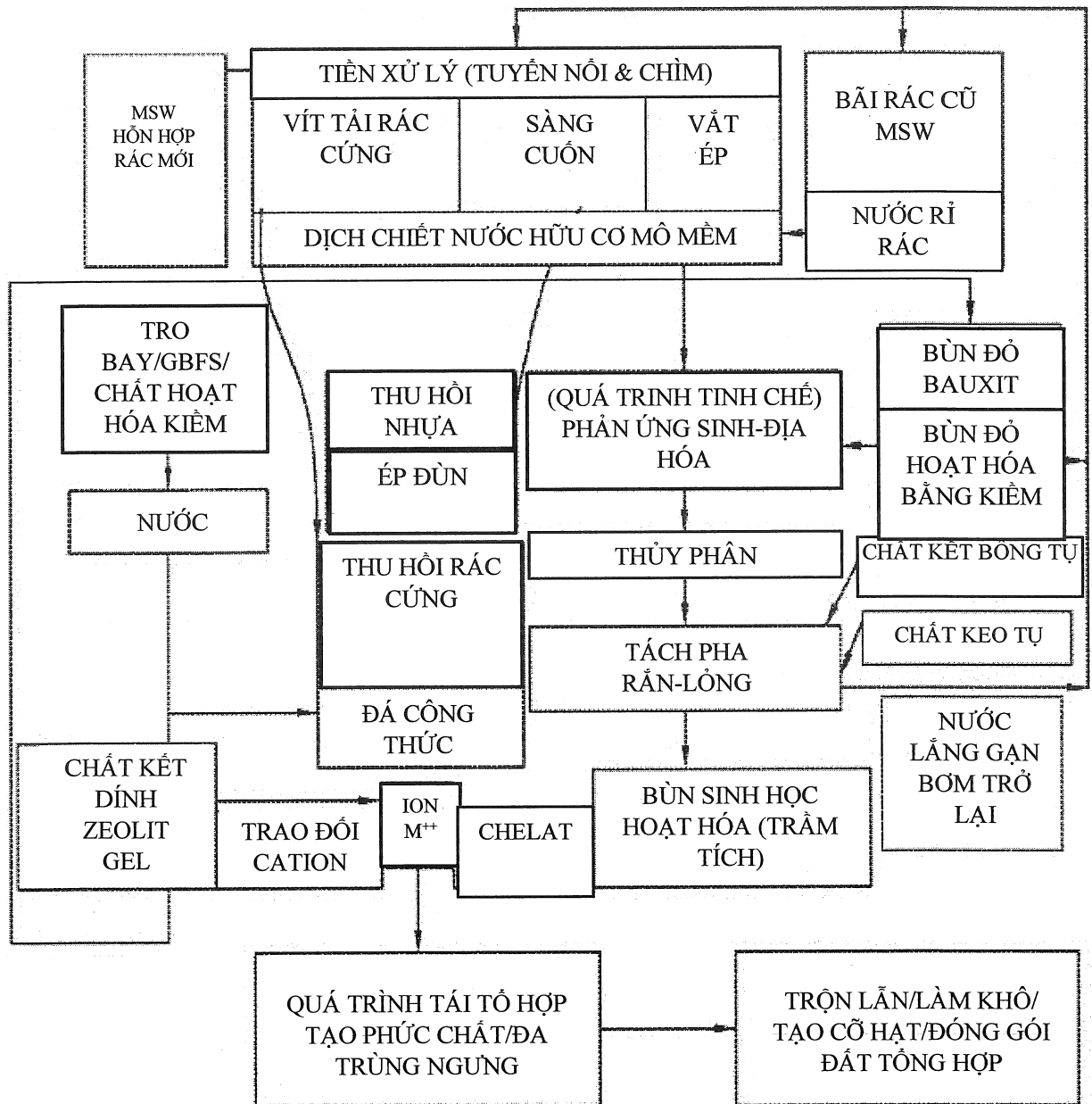
15. Phương pháp sản xuất đất tổng hợp từ chất thải, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) thủy phân chế phẩm chất thải hữu cơ bằng cách sử dụng chế phẩm thủy phân để tạo ra vật liệu sinh học, trong đó chế phẩm thủy phân có độ pH nằm trong khoảng từ pH 13 đến pH 14;

(b) hoạt hóa thành phần chất thải vô cơ bằng cách sử dụng chất hoạt hóa kiềm để tạo ra gel zeolit hoạt động, trong đó chất hoạt hóa kiềm có độ pH nằm trong khoảng từ pH 13 đến pH 14; Và

(c) trộn vật liệu sinh học với gel zeolit hoạt động để tạo ra đất tổng hợp,

trong đó ở bước (b) việc hoạt hóa được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 25°C hoặc ở nhiệt độ môi trường xung quanh từ 8 giờ đến 16 giờ.



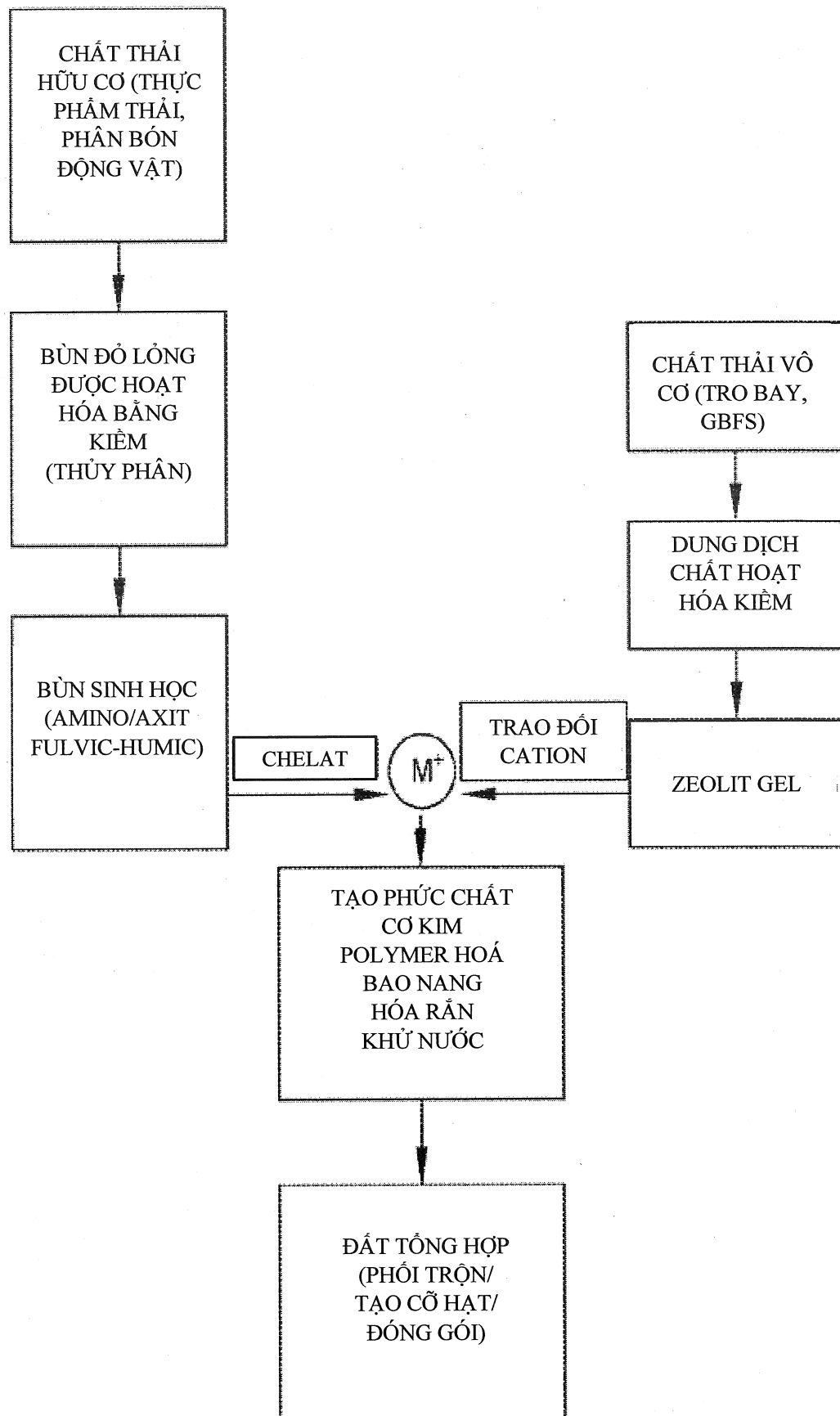
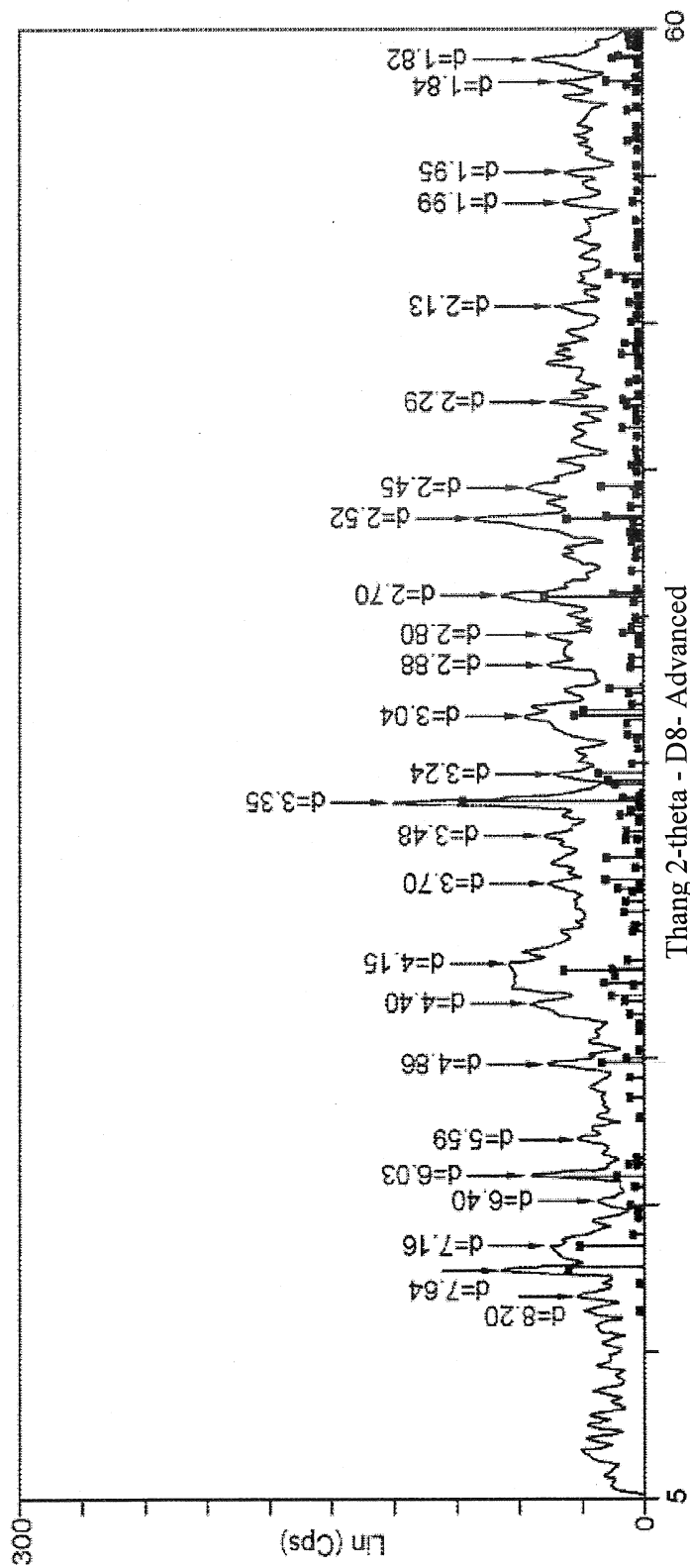
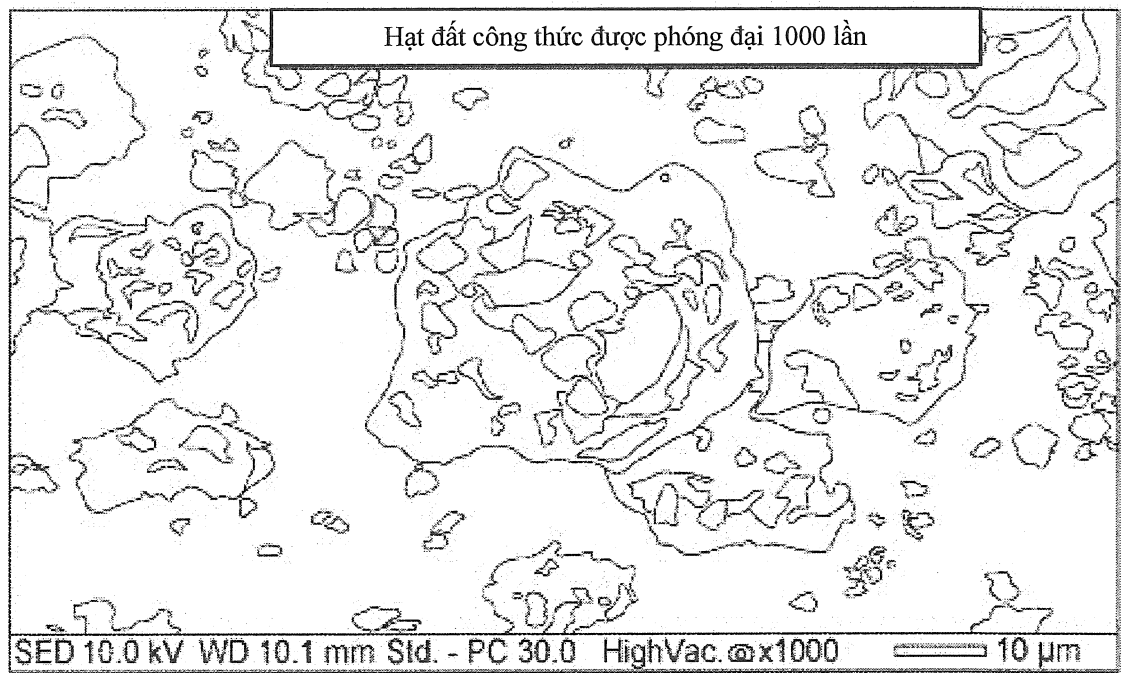
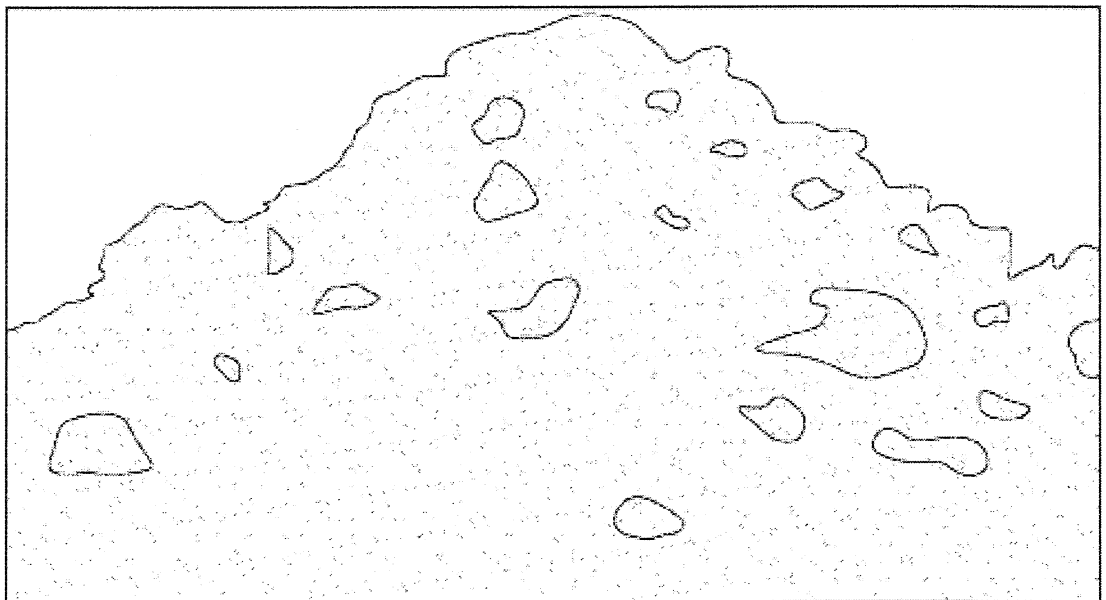


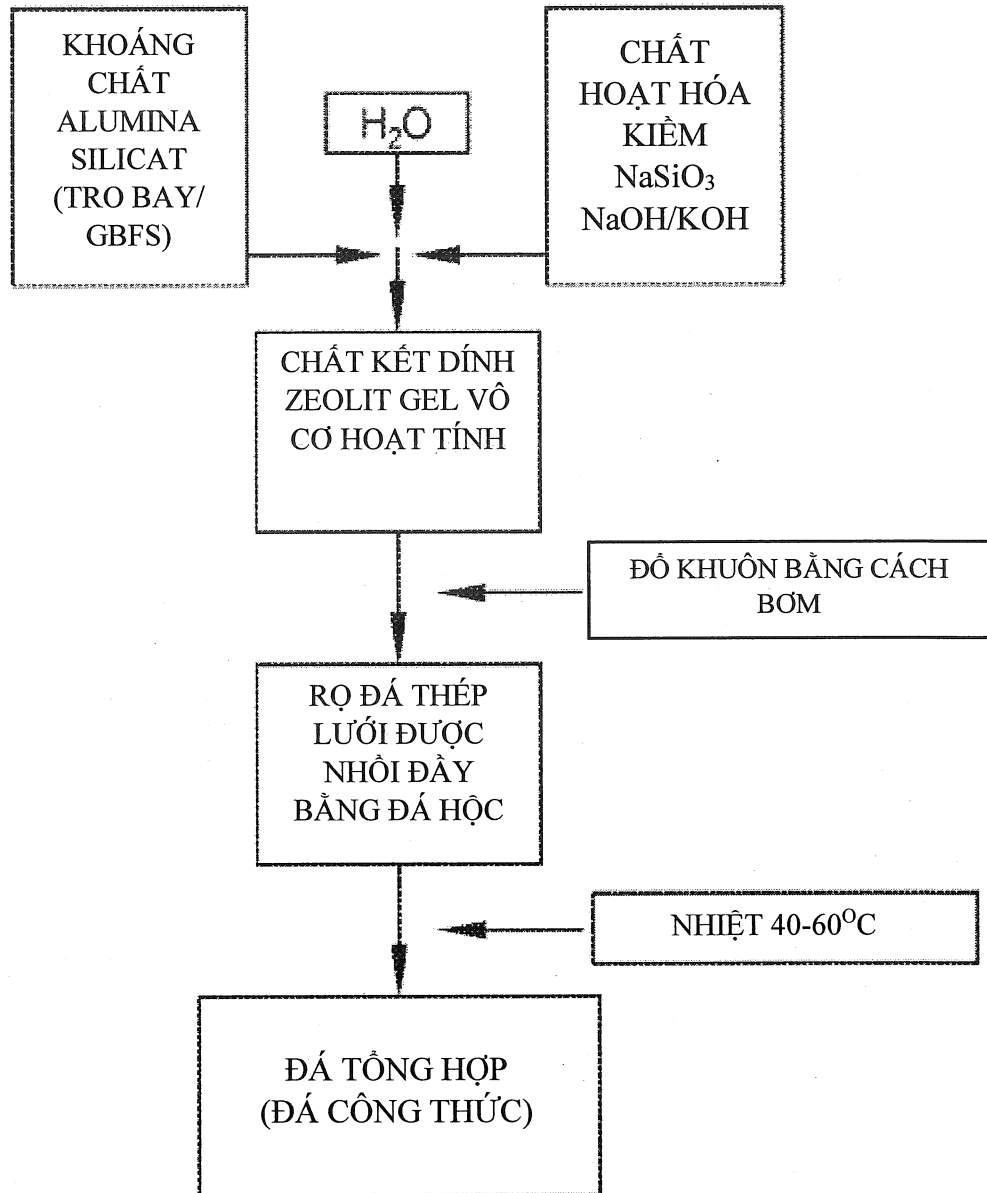
Fig. 2

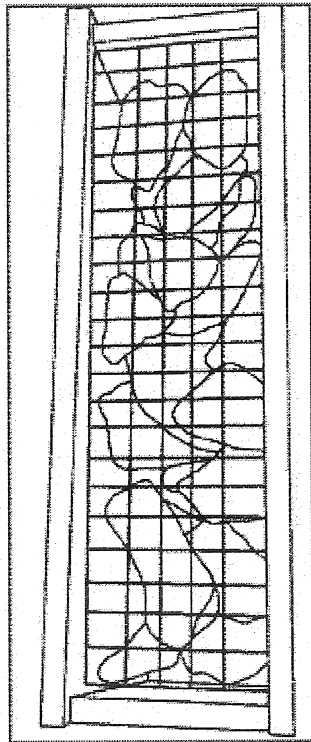


[M] Mav 1 - File: Mav 1.raw - Type: 2Th/Th locked - Start: 5.000 ° - End: 60.005 ° - Step: 0.015 ° - Step 1
 [Q] 01-079-1910(C) - Quartz - SiO₂ - Y: 72.92% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Hexagonal - a 4.91400 - b
 [O] 01-084-0710(C) - Feldspar potassium - K₂Si₂O₇ - Y: 16.67% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Tri
 [O] 01-076-1746(C) - Gypsum - CaSO₄(H₂O) - Y: 31.25% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Monoclinic - a
 [O] 00-045-0157(I) - Calcium Sulfate - CaSO₄ - Y: 33.33% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Hexagonal - a 6
 [O] 00-029-0713(I) - Gorthite - Fe₂O₃ - Y: 31.25% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Orthorhombic - a 4
 [O] 01-089-2810(C) - Hematite - Fe₂O₃ - Y: 39.58% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Rhombo. H. axes - a 5
 [O] 00-013-0458(D) - Magnetite - Fe₃O₄ - Y: 14.58% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Tetragonal -
 [O] 01-086-2334(A) - Calcite - Ca(CO₃) - Y: 27.08% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Rhombo. H. axes - a 4
 [O] 01-089-6538(C) - Kaolinite - Al₂(Si₂O₅)(OH)₄ - Y: 25.00% - d x by: 1. - WL: 1.78897 - Triclinic - a 5
 (hexagonal: hệ lục giác; monoclinic: hệ đơn tà; orthorhombic: hệ trục thoi; tetragonal: hệ tứ giác; triclinic: hệ tam tà)

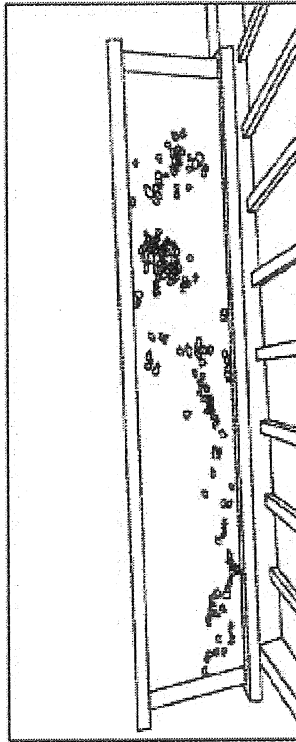
Fig. 3

**Fig. 4****Fig. 5**

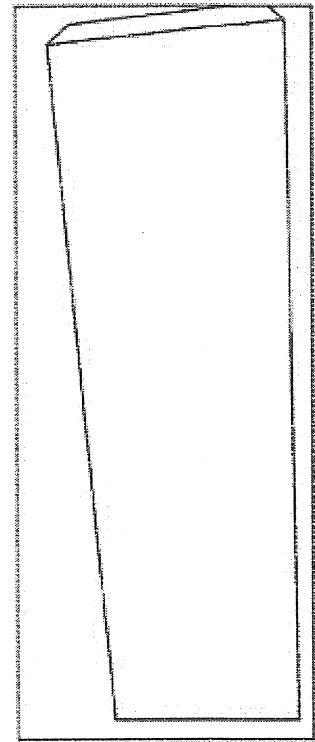
QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐÁ TỔNG HỢP**Fig. 6**



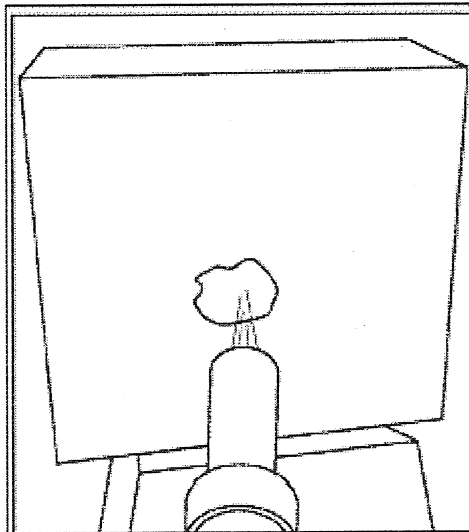
Rọ được nhồi bằng đá
hộc



Đổ khuôn bằng
chất kết dính



Khối đá Nhân tạo



Vật liệu mới

Vật liệu chống cháy nhiệt độ cao lý tưởng
có thể chịu được lửa ở nhiệt độ cao hơn
1300°C mà không nứt vỡ

Hệ số dẫn nhiệt rất thấp mà cho thể giúp
công trình không bị biến dạng trong nhiều
giờ hỏa hoạn

Trong trường hợp động đất vật liệu không
thể nứt vỡ từ lưới bền vững

Fig. 7