



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

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

(11)



1-0054058

(51)^{2006.01} C02F 3/10; C02F 3/00

(13) B

(21) 1-2025-06557

(22) 07/12/2022

(67) 2-2022-00552

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2023 421A

(73) 1. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Hưng Yên (VN)

Số 17, đường An Vũ, phường Phố Hiến, tỉnh Hưng Yên

2. Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam (VN)

Số 18, đường Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, thành phố Hà Nội

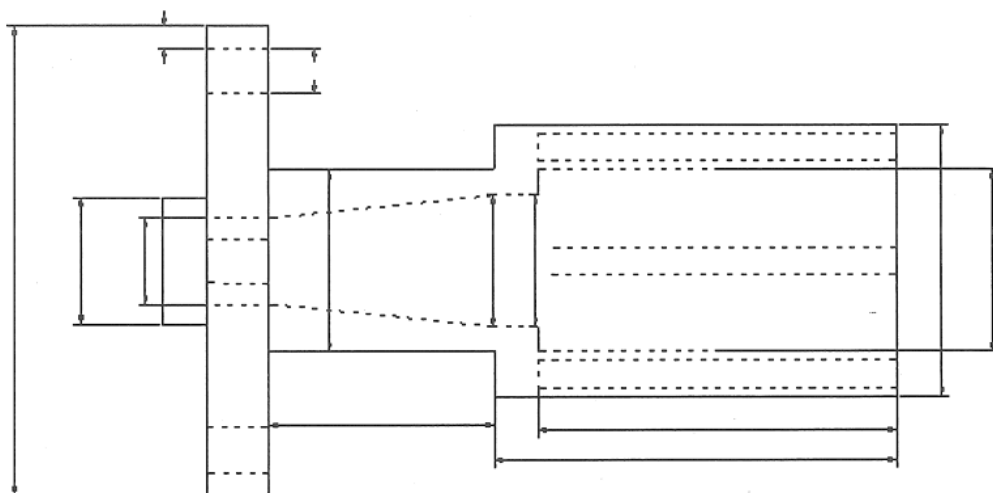
(72) Mai Đức Huỳnh (VN); Nguyễn Vũ Giang (VN); Thái Hoàng (VN); Trần Hữu Trung (VN); Nguyễn Hữu Đạt (VN); Nguyễn Thúy Chinh (VN); Nguyễn Thị Thu Trang (VN); Đỗ Quang Thâm (VN); Nguyễn Thị Diệu Linh (VN).

(54) GIÁ THỂ SINH HỌC DẠNG XỐP VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO GIÁ THỂ
SINH HỌC NÀY

(21) 1-2025-06557

(57) Sáng chế đề cập đến giá thể sinh học dạng xốp bao gồm: nhựa nền polyetylen, hỗn hợp PEO:PEgMA (tỉ lệ 1:1 theo khối lượng), chất phụ gia tạo xốp azodicacbonamit AC3000F, chất chống xẹp glyxeron Hari 95 và bột đá, trong đó nhựa nền polyetylen được chọn từ nhóm bao gồm nhựa polyetylen tỉ trọng thấp (LDPE), nhựa polyetylen tỉ trọng thấp mạch thẳng (LLDPE) hoặc nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE). Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp này.

Hình 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế (SÁNG CHẾ) đề cập đến giá thể sinh học dạng xốp chứa các thành phần bao gồm: nhựa nền polyetylen (PE), hỗn hợp polyetylen oxit (PEO) và polyetylen ghép maleic anhydrit (PEgMA) (PEO:PEgMA), chất phụ gia tạo xốp azodicacbonamit (AC3000F), chất chống xẹp glyxeron (Hari 95), và bột đá. Giá thể sinh học dạng xốp này được sử dụng làm giá thể chuyển động mang vi sinh phục vụ cho xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ màng vi sinh chuyển động (MBBR). Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, có nhiều công nghệ xử lý nước thải được sử dụng như: bùn hoạt tính, màng vi sinh chuyển động (Moving Bed Biofilm Reactor - MBBR), xử lý dạng mẻ (SBR),... Trong đó công nghệ MBBR sử dụng các giá thể cho vi sinh bám dính trên đó để sinh trưởng và phát triển đang được quan tâm nhiều và ứng dụng phổ biến trong xử lý nước thải. Quá trình vận hành có thể được tóm tắt như sau: trong bể xử lý MBBR, hệ thống phân phối khí được cung cấp để tạo điều kiện lý tưởng cho hệ vi sinh vật hiếu khí phát triển. Quá trình cung cấp khí cũng sẽ đảm bảo cho các thành phần trong nước được xáo trộn đều trong suốt quá trình xử lý. Các loại vi sinh vật có khả năng phân giải các hợp chất hữu cơ sẽ bám dính và phát triển trên vật liệu màng (giá thể); tại đây, các vi sinh vật hiếu khí sẽ phân giải và chuyển hóa các chất hữu cơ có trong nước thải để phát triển thành sinh khối. Quần thể vi sinh này sẽ phát triển lên rất nhanh chóng, các vi sinh vật càng phát triển mạnh thì lượng chất hữu cơ trong nước thải sẽ càng suy giảm, khi vi sinh vật đạt đến độ dày nhất định, khối lượng vi sinh tăng lên, các vi sinh vật ở lớp trong cùng không tiếp xúc được với nguồn thức ăn sẽ bị chết và mất khả năng bám vào vật liệu. Một lượng nhỏ các vi sinh vật còn lại sẽ sử dụng tiếp nguồn dưỡng chất có trong nước thải để phát triển thành một quần thể mới. Ở bể hiếu khí, các giá thể được chuyển động liên tục do sự khuếch tán của những bọt khí được sinh ra từ hệ thống thổi khí. Còn trong hệ thống thiếu khí, quá trình này được tạo thành bởi sự xáo trộn nhờ hệ thống máy khuấy trộn. Công nghệ xử lý nước thải MBBR

có ưu điểm như sau: các giá thể vi sinh tạo cho màng sinh học một môi trường bảo vệ, do đó, hệ vi sinh xử lý dễ phục hồi; chịu được tải trọng hữu cơ cao, có thể lên tới 2000-10000 gBOD/m³.ngày, 2000-15000 gCOD/m³.ngày; hiệu suất xử lý BOD lên đến 90%, loại bỏ được nitơ trong nước thải; tiết kiệm được diện tích; dễ vận hành, có thể mở rộng công suất khi cần thiết. Yếu tố quan trọng nhất trong công nghệ xử lý MBBR là các giá thể chuyển động có lớp màng sinh học (biofilm) bám dính trên bề mặt. Những giá thể này được thiết kế sao cho diện tích bề mặt lớn nhất có thể để lớp màng sinh học bám dính trên bề mặt và tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật hoạt động khi những giá thể này lơ lửng trong nước.

Ví dụ, công bố đơn sáng chế Trung Quốc số CN113060829A (năm 2021) đề cập đến biến tính giá thể lơ lửng (suspension carrier) để đẩy nhanh tốc độ hình thành màng sinh học trong nước thải, đồng thời cải thiện nồng độ vi khuẩn nitro, nâng cao hiệu quả xử lý nước thải và giảm chi phí. Tuy nhiên, sáng chế này chỉ đề cập đến việc biến tính giá thể nói chung sử dụng trong công nghệ MBBR.

Đơn đăng ký sáng chế Trung Quốc số CN201720514693.5U (năm 2017) đề cập đến giá thể huyền phù mới có hình cầu. Quả cầu bên ngoài có lớp vỏ ngoài lỗ rỗng, và được lấp đầy bên trong bằng xốp polyuretan mềm có gắn với lớp bột cacbon hoạt tính. Nhờ được bảo vệ bởi lớp vỏ bên ngoài nên giá thể này có ưu điểm là khả năng chống mài mòn tốt, cải thiện bám dính sinh học và đặc tính ưa nước. Tuy nhiên, chúng có nhược điểm là khả năng tiếp xúc vi sinh với chất mang sẽ bị hạn chế hơn.

Công bố đơn sáng chế Trung Quốc số CN201810073590.9A đã phát triển chất mang trên nền bọt biển polyuretan kết hợp với bột zeolit. Sự có mặt của zeolit đã cải thiện tỉ trọng giá thể, dẫn tới tỉ trọng của nó với nước gần nhau. Điều này giúp cho bọt biển uretan dễ chuyển động trong nước, cải thiện sự hấp thụ và phân hủy vi sinh, với độ cải thiện sinh khối là $0,997 \pm 0,192\text{g/L}$, hiệu suất nitric cải thiện $5,1 \pm 1,8\%$, nhờ đó dễ áp dụng vào thực tế. Tuy nhiên, vật liệu này vẫn có độ mài mòn cao do đó thường phải bổ sung giá thể liên tục trong quá trình xử lý.

Trong những năm gần đây, một số nghiên cứu xử lý nước bằng công nghệ MBBR đề cập đến sử dụng các giá thể dạng hình cầu, ống trụ... từ nhựa nhiệt dẻo. Ưu điểm của loại giá thể này là độ bền va đập cao, ít mài mòn, tuổi thọ lớn. Ví dụ, tác giả Aygun và các cộng sự, "Influence of high organic loading rates on COD removal and

sludge production in moving bed biofilm reactor”, Environ. Eng. Sci. 25, (2008) 1311–1316, đã sử dụng giá thể Kaldness K1, chế tạo từ nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE), có hình dạng bánh xe (diện tích từ $550 \text{ m}^2 - 1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$) để xử lý nước thải theo công nghệ MBBR. Kết quả cho thấy sự gia tăng của tốc độ tải lượng hữu cơ ($6-96 \text{ g COD}/\text{m}^2.\text{ngày}$) dẫn tới hiệu quả loại bỏ lượng hữu cơ trong mẫu từ 95,1% đến 45,2%. Theo nghiên cứu của Zhore và các cộng sự, “Application of a moving bed biofilm reactor for tertiary ammonia treatment in high temperature industrial wastewater”, Bioresour. Technol. 112, (2012) 51- 60, đã sử dụng công nghệ MBBR quy mô nhỏ với 50% thể tích giá thể BioPortz (polyetylen tỉ trọng cao, HDPE) dạng ống có đường kính 2 cm, chiều cao 2 cm, diện tích bề mặt $580 \text{ m}^2/\text{m}^3$, sản phẩm của công ty Entex Technologies, đưa vào để xử lý nước thải đã qua xử lý thứ cấp. Nhóm nghiên cứu đã chứng minh rằng hơn 90% $\text{NH}_4\text{-N}$ đã được loại bỏ khỏi nước thải công nghiệp ở 35°C và 40°C bởi công nghệ MBBR. Trong nghiên cứu của Zhang và cộng sự, “Responses of biofilm characteristics to variations in temperature and $\text{NH}_4^+\text{-N}$ loading in a moving-bed biofilm reactor treating micro-polluted raw water”, Bioresour. Technol. 131, (2013) 365- 373, đã sử dụng công nghệ MBBR ở quy mô pilot với giá thể sinh học polyetylen (PE) dạng ống (50% phần thể tích làm việc) để xử lý nước thải bị ô nhiễm bởi $\text{NH}_4\text{-N}$ ở các nhiệt độ khác nhau ($3,7 - 35,7^\circ\text{C}$) và hàm lượng mang $\text{NH}_4\text{-N}$ ($0,031-0,0473 \text{ g NH}_4^+\text{-N}/\text{m}^2.\text{ngày}$), đạt tỉ lệ loại bỏ trung bình $71,4 \pm 26,9\%$.

Công bố đơn sáng chế số CN108383234A (năm 2018) đề cập tới việc cải tiến chức năng của giá thể vi sinh. Theo đó, các tác giả đã kết hợp polyetylen tỉ trọng cao (HDPE), bột than hoạt tính và bột sắt từ với thành phần HDPE hoặc polypropylen chiếm khối lượng là $97\% \pm 0,5\%$, bột than hoạt tính là $2,5\% \pm 0,2\%$ và bột sắt từ là $0,5\% \pm 0,1\%$. Các tác giả phối trộn các thành phần này trên thiết bị đùn để tạo ra giá thể dạng hình trụ có đường kính ngoài là 20 cm với mục đích tạo ra giá thể có bề mặt diện tích riêng lớn, khoảng thông gió tốt để tạo điều kiện phân tán trong bể xử lý.

Công bố đơn sáng chế quốc tế số WO2022043550A1 (năm 2021) đề cập đến chế tạo giá thể để mang màng sinh học ứng dụng cho công nghệ xử lý MBBR. Mục đích của sáng chế là cải thiện độ bền của giá thể dưới áp lực môi trường thử nghiệm. Các tác giả đã kết hợp các nhựa nền PE có mật độ phân bố trọng lượng phân tử khác nhau cũng như độ kết tinh khác nhau để cải thiện tính chất cơ học của giá thể.

Nhìn chung, việc sử dụng các giá thể nhựa trong xử lý vi sinh đem lại hiệu quả trong việc loại bỏ các tạp chất gây ô nhiễm trong nguồn nước thải và sinh hoạt hàng ngày, có thể ứng dụng trong xử lý nguồn nước ở qui mô công nghiệp lớn. Tuy nhiên, các giá thể đề cập ở trên có nhược điểm là diện tích tiếp xúc thấp ($<1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$), do vậy cần một khối lượng mẫu lớn tham gia vào quá trình xử lý nước thải.

Gần đây, giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa PE mà diện tích bề mặt có thể đạt lớn hơn $2500 \text{ m}^2/\text{m}^3$, độ dày 0,8 – 1,2 mm đang được quan tâm. Giá thể dạng xốp này được phát triển từ trước năm 2008 bởi một số công ty thương mại như Mutag, Stohr (Đức)... Nhờ cấu trúc xốp đặc biệt giá thể sinh học này có thể tạo môi trường lý tưởng cho các vi khuẩn trong quá trình oxi hóa amoni yếm khí (Anaerobic ammonium oxidation – Anammox) phát triển bám dính lên bề mặt và bên trong các lỗ rỗng. Bên cạnh đó, các giá thể sinh học tạo cho màng sinh học (biofilm) một môi trường bảo vệ, do đó, hệ vi sinh xử lý không bị bong tróc như giá thể khác. Giá thể này còn có điểm đặc biệt không bao giờ bị tắc nghẽn. Với công nghệ tự làm sạch, bùn già sẽ tự bong tróc ra và được làm sạch nhờ cấu tạo đặc biệt khi di động trong nước. Vi sinh liên tục phát triển và thay thế bùn bong tróc ra. Nhờ những đặc điểm nổi bật đó, công nghệ xử lý MBBR sử dụng giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa PE có thể vận hành dễ dàng, chỉ cần bổ sung giá thể mà không cần mở rộng thể tích bể sinh học, mật độ vi sinh xử lý trong mỗi đơn vị thể tích cao hơn, vi sinh xử lý được chuyên môn hóa cao hơn, tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm từ 30 – 50 % thể tích bể so với công nghệ bùn hoạt tính thông thường.

Có thể thấy hiện nay, các sản phẩm giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa PE trên thị trường đều là các sản phẩm nhập khẩu, trong nước chưa có phương pháp hiệu quả để chế tạo giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa PE. Các giá thể dạng xốp này chủ yếu dùng nhựa PE có độ phân cực cao, nên khả năng tiếp xúc với nước kém, ít tương tác sinh học. Điều này ảnh hưởng tới sự sinh trưởng và phát triển của vi sinh lên trên giá thể.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên. Cụ thể, sáng chế đề xuất giá thể sinh học dạng xốp trên nền nhựa polyetylen (PE) và phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp này để cải thiện độ xốp và khả năng tương

thích tốt với các môi trường vi sinh vật, phù hợp với điều kiện chế tạo và ứng dụng tại Việt Nam.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến giá thể sinh học dạng xốp có chứa các thành phần bao gồm: nhựa nền polyetylen (PE), hỗn hợp polyetylen oxit và polyetylen ghép maleic anhydrit (PEO:PEgMA), chất phụ gia tạo xốp $C_2H_4N_4O_2$ – azodicacbonamit (AC3000F), chất chống xẹp glyxeron (Hari 95) và bột đá, trong đó giá thể sinh học dạng xốp này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ % khối lượng như sau:

- a) nhựa nền polyetylen có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 65% đến 97,4% tính trên tổng khối lượng giá thể;
 - b) hỗn hợp PEO:PEgMA có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% tính trên tổng khối lượng giá thể, trong đó hỗn hợp PEO:PEgMA có tỷ lệ thành phần PEO:PEgMA là 1:1 tính theo khối lượng hỗn hợp;
 - c) chất phụ gia tạo xốp AC3000F có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 10 % tính trên tổng khối lượng giá thể;
 - d) chất chống xẹp Hari 95 có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 5% tính trên tổng khối lượng giá thể; và
 - e) bột đá có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10 % tính trên tổng khối lượng giá thể,
- trong đó tổng khối lượng giá thể sinh học là 100%.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, giá thể dạng xốp được chế tạo trên nhựa nền polyetylen kết hợp với polyetylen oxit (PEO), trong đó PEO đóng vai trò như tác nhân tạo lỗ xốp (porogen) tan trong nước. Điều này làm cho quá trình tách porogen dễ dàng hơn, nhờ đó cải thiện độ xốp cho nền PE. Tuy nhiên, do sự khác biệt về độ phân cực giữa PE và PEO, có thể gây ra sự phân tách pha trong quá trình chế tạo. Do vậy, các tác giả sáng chế sử dụng chất tương hợp PEGMA để cải thiện khả năng tương tác và kết dính giữa các thành phần. Các chất phụ gia tạo xốp được sử dụng là AC3000F, chất chống xẹp Hari 95 và bột đá được sử dụng để tạo lỗ xốp cho vật liệu.

Theo một phương án, giá thể sinh học polyetylen dạng xốp theo sáng chế được chế tạo ở dạng đĩa tròn dẹt.

Theo phương án ưu tiên về giá thể sinh học polyetylen dạng xốp thuộc khía cạnh thứ nhất của sáng chế, nhựa nền polyetylen nêu trên được chọn từ nhóm bao gồm, nhưng không giới hạn ở: nhựa polyetylen tỉ trọng thấp (LDPE), nhựa polyetylen tỉ trọng thấp mạch thẳng (LLDPE) hoặc nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE).

Bằng cách kết hợp nhựa nền polyetylen được chọn từ loại bất kỳ trong nhóm nêu trên với hỗn hợp PEO:PEgMA, khả năng phân cực của giá thể sinh học PE theo sáng chế được cải thiện. Về hỗn hợp PEO:PEgMA, PEO đóng vai trò cải thiện độ phân cực cho nhựa nền HDPE, đồng thời đóng vai trò như một porogen tăng độ nhám và độ xốp cho nhựa nền PE; và PEgMA đóng vai trò như chất tương hợp cải thiện độ phân tán của PEO trong nhựa nền PE. Chất phụ gia tạo xốp được sử dụng là AC3000F. Hari 95 được sử dụng để chống xẹp khi các lỗ xốp được sinh ra, đồng thời cải thiện khả năng gia công của hỗn hợp các thành phần.

Theo một phương án được ưu tiên khác về giá thể sinh học dạng xốp theo sáng chế, nhựa nền polyetylen là HDPE.

Theo một phương án được ưu tiên khác nữa, giá thể sinh học theo sáng chế bao gồm: nhựa HDPE có mặt với lượng 65% đến 97,4% tổng khối lượng, hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng) có mặt với lượng 1% đến 10% tổng khối lượng, phụ gia tạo xốp AC3000F có mặt với lượng 0,1% đến 10% tổng khối lượng, chất chống xẹp Hari 95 có mặt với lượng 0,5% đến 5% tổng khối lượng và bột đá có mặt với lượng 1% đến 10 % tổng khối lượng.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp được đề cập đến trong khía cạnh thứ nhất, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

- i) bước 1: trộn đều hỗn hợp chất tạo xốp azodicarbonamid AC3000F với chất chống xẹp Hari 95 trên thiết bị trộn cao tốc với tốc độ 200 vòng/phút, trong thời gian 15 phút ở 60 - 80°C;
- ii) bước 2: sau đó, tiếp tục bổ sung nhựa polyetylen, hỗn hợp PEO:PEgMA và bột đá vào trong thiết bị trộn cao tốc và trộn trong 15 phút tiếp theo với tốc độ 500 vòng/phút;
- iii) bước 3: tạo hạt hỗn hợp thu được từ bước 2 trên thiết bị trộn hai trục vít;
- iv) bước 4: tiến hành quá trình đùn sản phẩm qua khuôn đùn kết hợp với khuôn định hình có sử dụng hút chân không và làm mát bằng nước; và

v) bước 5: tiến hành cắt sản phẩm để thu được thành phẩm với chiều dày là 1mm.

Mô tả vắn tắt hình vẽ kèm theo

Sáng chế theo một khía cạnh sẽ được minh họa bởi hình vẽ kèm theo dưới đây. Hình vẽ này chỉ nhằm mục đích tham khảo mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Hình 1 là thiết kế minh họa cho khuôn đùn sản phẩm giá thể sinh học dạng xốp PE theo một khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế được mô tả chi tiết với các phương án và các ví dụ thực hiện cụ thể, tuy nhiên, các phương án và các ví dụ này chỉ nhằm làm rõ bản chất của sáng chế chứ không nhằm mục đích hạn chế phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, giá thể dạng xốp PE bao gồm các thành phần theo tỷ lệ (% khối lượng) như sau, trong đó tổng khối lượng giá thể sinh học là 100%:

Thành phần hỗn hợp	Tỉ lệ % khối lượng
Nhựa polyetylen	65-97,4%
Hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng)	1-10%
Chất phụ gia tạo xốp AC3000F	0,1-10%
Chất chống xẹp Hari 95	0,5-5%
Bột đá	1-10%

Cụ thể hơn, các thành phần có trong giá thể dạng xốp PE theo sáng chế này có đặc điểm như sau:

a) Nhựa polyetylen được chọn từ nhóm bao gồm, nhưng không giới hạn ở: nhựa polyetylen tỉ trọng thấp (LDPE), nhựa polyetylen tỉ trọng thấp mạch thẳng (LLDPE) hoặc nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE). Các loại nhựa này là sản phẩm thương mại sản xuất ở dạng hạt tỷ trọng $d = 0,95 - 0,96 \text{ g/cm}^3$ được sử dụng là thành phần chính của giá thể sinh học, đóng vai trò là nền, tạo lỗ xốp. Tốt hơn nếu nhựa polyetylen có

chỉ số chảy (MFI) từ 0,1g/10 phút đến 10g/10 phút có thể được sử dụng một cách thích hợp theo sáng chế.

Theo một phương án được ưu tiên, nhựa polyetylen tốt hơn là có mặt trong giá thể sinh học theo sáng chế với lượng nằm trong khoảng từ 65 % đến 97,4 % tổng khối lượng.

Theo một phương án được đặc biệt ưu tiên, nhựa polyetylen được sử dụng trong giá thể tốt hơn là nhựa polyetylen tỷ trọng cao (HDPE). Theo phương án này, tốt hơn nếu nhựa HDPE có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 65 % đến 97,4 % tổng khối lượng, và tốt nhất nếu nhựa HDPE có mặt với lượng 89% tổng khối lượng.

b) Hỗn hợp PEO:PEgMA

Polyetylen oxit (PEO): có cấu trúc $[-CH_2 - CH_2 - O-]$ là một hợp chất polyete với nhiều ứng dụng bao gồm trong các sản phẩm làm sạch. Nó còn được gọi là polyetylen oxit (PEO) hoặc polyoxyetylen (POE), tùy thuộc vào trọng lượng phân tử của nó. Với khối lượng phân tử từ vài trăm đến hơn 20.000 đơn vị cacbon (đvC), nó đóng vai trò là chất ổn định bề mặt trong quá trình sản xuất. Nó cũng là một chất kết dính, tức là một chất được thêm vào để cung cấp đặc tính kết dính để các chất rắn dính lại với nhau ví dụ như máy tính bảng. PEO được sử dụng như vật liệu tan nhanh trong nước khi khối lượng phân tử đạt 8000 và tan chậm hơn khi khối lượng phân tử lên đến 20.000. Tương tự, không có bất kỳ giới hạn nào đối với PEO mà được sử dụng theo sáng chế.

Polyetylen ghép maleic anhydrit PEGMA: là chất tương hợp có chứa mạch polyetylen được ghép với anhydrit maleic (MA). Trong đó hàm lượng MA được điều chỉnh tùy thuộc vào thành phần vật liệu đưa vào. PEGMA giúp cải thiện khả năng phân tán của các polyme có cực khi được phân tán trên nền PE. Đồng thời, sự có mặt của PEGMA cũng giúp cải thiện sự phân tán của các thành phần chất độn như: AC3000F và bột đá trong nền PE. Tương tự, không có bất kỳ giới hạn nào về hàm lượng đối với PEGMA mà được sử dụng theo sáng chế. Tuy nhiên, theo một phương án được ưu tiên, hàm lượng MA được sử dụng khoảng 4 % so với polyetylen. Theo một phương án được ưu tiên khác, PEGMA tốt hơn là có mặt trong giá thể sinh học theo sáng chế cùng với PEO (tỷ lệ khối lượng PEO:PEGMA = 1:1) với lượng nằm trong khoảng từ 1 % đến 10 % khối lượng. Theo một phương án được đặc biệt ưu tiên, hỗn hợp PEO:

PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng) có mặt trong giá thể với lượng 3 % khối lượng.

c) Chất phụ gia tạo xốp AC3000F là bột nở có chứa gốc azodicacbonamit được biến tính và phụ gia thúc đẩy quá trình phân hủy tại nhiệt độ thấp. AC3000F có khoảng nhiệt độ phân hủy nằm trong khoảng từ 120 – 190°C, vì vậy tốc độ phân hủy có thể được điều chỉnh. AC3000F có thể giúp cải thiện đặc trưng của sản phẩm, tạo ra lỗ xốp có độ đồng đều, bề mặt nhẵn và sáng hơn. Sử dụng AC3000F còn giúp giảm lượng khí độc thải ra (axit xyanuric), giúp cải thiện độ đồng đều lỗ xốp. Trong sáng chế này, tác giả lựa chọn AC3000F phù hợp với khoảng nhiệt độ gia công với nhựa LLDPE, LDPE và HDPE. Tương tự, không có bất kỳ giới hạn nào về hàm lượng đối với AC3000F mà được sử dụng theo sáng chế. Tuy nhiên, theo một phương án được đặc biệt ưu tiên, AC3000F có mặt trong giá thể với lượng 2 % khối lượng.

d) Hari 95 là sản phẩm có chứa glyxeron phân tử lớn, với độ axit 3, giá trị Iodin 3, điểm nóng chảy trong khoảng 63 – 70°C. Đây là chất phụ gia được sử dụng trong việc gia công nhựa. Nó phù hợp với nhiều loại nhựa nhiệt dẻo, đặc biệt là polyolefin làm chất chống tĩnh điện, chất bôi trơn, chất chống trượt và chất giải phóng cũng như chất chống co ngót. Hari 95 là chất không độc hại và được chấp thuận cho nhựa theo quy định của luật thực phẩm ở nhiều quốc gia. Để chống co ngót cho lỗ xốp tạo ra, hàm lượng Hari 95 thường sử dụng trong khoảng 0,5-1%. Tương tự, không có bất kỳ giới hạn nào về hàm lượng đối với Hari 95 mà được sử dụng theo sáng chế. Tuy nhiên, theo một phương án được đặc biệt ưu tiên, Hari 95 có mặt trong giá thể với lượng 1 % khối lượng.

e) Bột đá có tên hóa học là CaCO_3 (canxi cacbonat). Trong tự nhiên bột đá tồn tại dưới dạng đá nguyên khai như đá cẩm thạch, đá phấn hay các loại đá vôi, bột đá chiếm 5% lớp vỏ của Trái Đất và được ứng dụng trong rất nhiều ngành nghề để phục vụ nhu cầu của con người. Bột đá có trong sản phẩm giá thể giúp tăng độ bền cơ học của sản phẩm, cải thiện độ phân tán của các hóa chất trong nhựa PE. Đồng thời, bột đá cũng giúp tăng độ bóng của sản phẩm, kiểm soát tỉ trọng của giá thể dạng xốp vi sinh. Tương tự, không có bất kỳ giới hạn nào về hàm lượng đối với bột đá mà được sử dụng theo sáng chế. Tuy nhiên, theo một phương án được đặc biệt ưu tiên, bột đá có mặt trong giá thể với lượng 5 % khối lượng.

Theo một phương án được ưu tiên, giá thể sinh học dạng xốp được chế tạo ở dạng đĩa tròn dẹt, mà không chịu giới hạn ở loại vật liệu nhựa PE bất kỳ được sử dụng theo đề xuất ở trên.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế cũng đề cập đến phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp nêu trên, trong đó quy trình này bao gồm các bước như sau:

- i) bước 1: Trộn đều hỗn hợp chất tạo xốp AC3000F với chất chống xẹp Hari 95 trên thiết bị trộn cao tốc với tốc độ 200 vòng/phút, trong thời gian 15 phút ở 80°C. Ở nhiệt độ này, Hari 95 nóng chảy hoàn toàn và bao phủ lên AC3000F. Quá trình này đảm bảo khi AC3000F được nở ra trong nhựa, các phân tử của Hari 95 đóng vai trò làm chống xẹp bao quanh AC3000F và giảm sự tái tổ hợp của các bọt khí trong nền nhựa và chống xẹp cho các bọt khí này.
- ii) bước 2: Sau đó, tiếp tục bổ sung nhựa nền polyetylen, hỗn hợp PEO:PEgMA và bột đá theo tỉ lệ thích hợp vào trong thiết bị trộn cao tốc và trộn trong 15 phút tiếp theo với tốc độ 500 vòng/phút. Mục đích của quá trình này là đảm bảo sự phân tán của AC3000F trên nền nhựa PE. Dưới sự ảnh hưởng của nhiệt độ, Hari 95 sẽ nóng chảy, nhờ đó AC3000F sẽ bám dính vào nền nhựa và tạo ra sự phân tán đồng đều giữa các thành phần.
- iii) bước 3: Tạo hạt trên thiết bị trộn hai trục vít, hỗn hợp được cấp liệu vào máy trộn 2 trục vít có đường kính trục là 30 mm, tỉ số L:D là 1:30. Điều kiện gia công được thiết lập với nhiệt độ các khoang nhiệt nằm trong khoảng 120 – 140 °C, tốc độ đùn là 10 m/phút, độ dài hạt cắt là 3mm, công suất máy là 25 kg/giờ. Hạt sau khi được cắt, để nguội đến nhiệt độ phòng, trước khi đóng bao.
- iv) bước 4: Tiến hành quá trình đùn sản phẩm trong khuôn: hỗn hợp hạt cắt được cấp liệu vào thiết bị đùn 1 trục có gắn khuôn đùn. Điều kiện nhiệt độ gia công được thiết lập tại các khoang trong khoảng lần lượt như sau: 120 - 135°C, 130 - 145°C và 140 - 170°C. Nhiệt độ được thiết lập tại khuôn đùn là 160 - 190°C. Điều kiện này để đảm bảo phụ gia tạo xốp nở tại khuôn. Hỗn hợp sau khi nở trong khuôn được đẩy sang khuôn định hình, được hút chân không bằng nước với áp suất được thiết lập nằm trong khoảng -0,5 đến -1 atm (-0,05 đến -0,1Mpa). Sản phẩm đi ra khỏi khuôn định hình được làm nguội bằng nước. Nhiệt độ nước làm mát dao động trong khoảng 25 – 30°C. Ở đây khuôn đùn

được thiết kế đặc biệt, với đầu vào đường kính nhỏ 15 mm, sau đó mở rộng dần ra để đảm bảo cho quá trình nở xốp được diễn ra trong khuôn.

v) bước 5: Tiến hành cắt sản phẩm: Sau khi làm nguội, sản phẩm được kéo và cắt thành phẩm với chiều dày là 1mm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết trên cơ sở ví dụ; tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ này.

VÍ DỤ 1: Chế tạo giá thể sinh học dạng xốp chứa thành phần hỗn hợp nguyên liệu bao gồm: nhựa nền polyetylen HDPE, hỗn hợp PEO:PEgMA, AC3000F, Hari 95 và bột đá.

Chế tạo 100 kg giá thể dạng xốp có thành phần bao gồm: 87 kg nhựa HDPE, 3 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng), 4 kg AC3000F, 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 5 kg bột đá được thực hiện như sau:

Bước 1: Trộn đều hỗn hợp bao gồm 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 4 kg chất tạo xốp AC3000F trên thiết bị trộn cao tốc với tốc độ 200 vòng/phút, trong thời gian 15 phút ở 80°C.

Bước 2: Sau đó, tiếp tục bổ sung 87 kg nhựa HDPE, 3 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng) và 5 kg bột đá vào trong thiết bị trộn cao tốc ở bước 1 và trộn trong 15 phút tiếp theo với tốc độ 500 vòng/phút.

Bước 3: Cấp liệu hỗn hợp trên vào thiết bị trộn hai trục vít. Điều kiện gia công được thiết lập với nhiệt độ các khoang lần lượt là 125°C, 130°C và 140°C, tốc độ đùn là 10 m/phút, độ dài hạt cắt là 3mm, công suất máy là 25 kg/giờ. Hạt sau khi được cắt, để nguội đến nhiệt độ phòng, trước khi đóng bao.

Bước 4: Tiến hành quá trình đùn sản phẩm trong khuôn: hỗn hợp hạt cắt được cấp liệu vào thiết bị đùn 1 trục có gắn khuôn đùn. Điều kiện nhiệt độ gia công được thiết lập tại các khoang lần lượt như sau: 130°C, 135°C và 140°C. Nhiệt độ được thiết lập tại khuôn đùn là 160°C. Hỗn hợp sau khi nở trong khuôn được đẩy sang khuôn định hình và được hút chân không bằng nước với áp suất được thiết lập là -0,5 đến -1 atm (-0,05 đến -0,1MPa). Sản phẩm đi ra khỏi khuôn định hình được làm nguội bằng nước. Nhiệt độ nước làm mát dao động trong khoảng 25 – 30°C.

Bước 5: Tiến hành cắt sản phẩm: Sau khi làm nguội, sản phẩm được kéo và cắt thành phẩm với chiều dày là 1mm.

Thực hiện các ví dụ 2, 3, 4, và 5 theo quy trình tương tự như được mô tả trong ví dụ 1 để cùng chế tạo 100 kg giá thể sinh học dạng xốp có các thành phần theo khối lượng lần lượt như sau:

VÍ DỤ 2: Chế tạo 100 kg giá thể dạng xốp có thành phần bao gồm nhựa 92 kg nhựa HDPE, 0 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng), 2 kg AC3000F, 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 5 kg bột đá.

VÍ DỤ 3: Chế tạo 100 kg giá thể dạng xốp có thành phần bao gồm nhựa 89 kg nhựa HDPE, 3 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng), 2 kg AC3000F, 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 5 kg bột đá.

VÍ DỤ 4: Chế tạo 100 kg giá thể dạng xốp có thành phần bao gồm nhựa 89 kg nhựa LLDPE, 3 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng), 2 kg AC3000F, 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 5 kg bột đá.

VÍ DỤ 5: Chế tạo 100 kg giá thể dạng xốp có thành phần bao gồm nhựa 89 kg nhựa LDPE, 3 kg hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 theo % khối lượng), 2 kg AC3000F, 1 kg chất chống xẹp Hari 95 và 5 kg bột đá.

Kết quả đạt được của sản phẩm thu được theo các ví dụ nêu trên được thể hiện trong các bảng dưới đây. Trong số các phương pháp đánh giá kết quả đạt được, sáng chế sử dụng quy trình đánh giá tải lượng xử lý của giá thể sinh học chế tạo từ hỗn hợp vật liệu theo sáng chế, trong đó quy trình này bao gồm các bước: nuôi cấy vi sinh cho giá thể, đánh giá hàm lượng vi sinh bám dính lên trên bề mặt giá thể, đánh giá khả năng xử lý nước thải sinh hoạt theo công nghệ MBBR.

Bảng 1: Các đặc trưng tính chất của giá thể dạng xốp được chế tạo theo ví dụ 1

STT	Giá thể dạng xốp theo ví dụ 1	Đơn vị đo	Kết quả đạt được
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	0,612
2	Độ xốp (%)	%	70,48
3	Độ bền kéo đứt (ASTM D 638)	kPa	717,78
4	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa điểm, theo phương trình BET	m ² /g	0,7771
5	Mật độ vi sinh bám dính (theo khối lượng)	%	2,192
6	Tải lượng xử lý amoni (NH ₄ ⁺)	mg/lít/ngày	1400

Bảng 2: Các đặc trưng tính chất của giá thể dạng xốp được chế tạo theo ví dụ 2

STT	Giá thể dạng xốp theo ví dụ 2	Đơn vị đo	Kết quả đạt được
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	0,498
2	Độ xốp (%)	%	68,946
3	Độ bền kéo đứt (ASTM D 638)	kPa	1137,53
4	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa điểm, theo phương trình BET	m^2/g	0,7736
5	Mật độ vi sinh bám dính (theo khối lượng)	%	2,206
6	Tải lượng xử lý amoni (NH_4^+)	mg/lít/ngày	1300

Bảng 3: Các đặc trưng tính chất của giá thể dạng xốp được chế tạo theo ví dụ 3

STT	Giá thể dạng xốp theo ví dụ 3	Đơn vị đo	Kết quả đạt được
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	0,325
2	Độ xốp (%)	%	66,289
3	Độ bền kéo đứt (ASTM D 638)	kPa	3054,98
4	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa điểm, theo phương trình BET	m^2/g	0,8913
5	Mật độ vi sinh bám dính (theo khối lượng)	%	3,832
6	Tải lượng xử lý amoni (NH_4^+)	mg/lít/ngày	1564

Bảng 4: Các đặc trưng tính chất của giá thể dạng xốp được chế tạo theo ví dụ 4

STT	Giá thể dạng xốp theo ví dụ 4	Đơn vị đo	Kết quả đạt được
1	Khối lượng riêng	g/cm^3	0,322
2	Độ xốp (%)	%	66,485
3	Độ bền kéo đứt (ASTM D 638)	kPa	1137,53
4	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa điểm, theo phương trình BET	m^2/g	0,0511
5	Mật độ vi sinh bám dính (theo khối lượng)	%	2,187
6	Tải lượng xử lý amoni (NH_4^+)	mg/lít/ngày	1520

Bảng 5: Các đặc trưng tính chất của giá thể dạng xốp được chế tạo theo ví dụ 5

STT	Giá thể dạng xốp theo ví dụ 5	Đơn vị đo	Kết quả đạt được
1	Khối lượng riêng	g/cm ³	0,558
2	Độ xốp (%)	%	74,99
3	Độ bền kéo đứt (ASTM D 638)	kPa	721,07
4	Diện tích bề mặt theo phương pháp đa điểm, theo phương trình BET	m ² /g	0,2347
5	Mật độ vi sinh bám dính (theo khối lượng)	%	2,085
6	Tải lượng xử lý amoni (NH ₄ ⁺)	mg/lít/ngày	1468

Hiệu quả có thể đạt được của sáng chế

Về nhu cầu thực tế: Cùng với sự phát triển kinh tế xã hội ngày càng nhanh, đi kèm với đó là lượng lớn nước thải sinh hoạt phát sinh ra ngoài môi trường từ các khu công nghiệp, nhà máy, làng nghề, trang trại trên cả nước. Để đáp ứng được nhu cầu ngày càng cao từ khách hàng, công nghệ MBBR được nhiều công ty xử lý môi trường lựa chọn, đi kèm với đó là một lượng lớn giá thể sinh học. Việc tự chủ sản xuất trong nước góp phần giảm giá thành, chủ động công nghệ, nhờ đó có thể đáp ứng được nhu cầu cho các công ty môi trường xử lý nước, các hộ kinh doanh, nuôi trồng thủy sản, các cơ sở sản xuất có nguồn nước thải, v.v... Sản phẩm giá thể dạng xốp sinh học trên nền PE có thể sản xuất ở trong nước dựa trên công nghệ đùn có sử dụng chất phụ gia đi kèm hoàn toàn đáp ứng được các tiêu chí về diện tích xốp, tỉ trọng ... nên hoàn toàn có thể cạnh tranh được với các sản phẩm nhập ngoại. Hiện nay, phần lớn giá thể dạng xốp PE biochip đều nhập từ nước ngoài nên có giá thành cao. Việc tự chủ sản xuất trong nước là cơ hội để sản phẩm giá thể dạng xốp PE có thể cạnh tranh và chiếm lĩnh thị trường trong nước.

Về mặt kinh tế, sản xuất được giá thể dạng xốp PE biochip sẽ giảm giá thành sản phẩm, do vậy công nghệ MBBR có thể mở rộng các đối tượng có thể tiếp cận với chi phí phù hợp như các hộ gia đình sản xuất, các trang trại chăn nuôi, các công ty sản xuất, nhờ đó cả bên sản xuất và người tiêu dùng đều được lợi về mặt kinh tế.

Về mặt môi trường, giá thành của giá thể giảm sẽ góp phần mở rộng ứng dụng công nghệ MBBR trong xử lý nước thải sinh hoạt, nhờ đó sẽ góp phần giảm ô nhiễm nguồn nước, cải thiện chất lượng đời sống cho người dân.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Giá thể sinh học dạng xốp bao gồm: nhựa nền polyetylen (PE), hỗn hợp polyetylen oxit và polyetylen ghép maleic anhydrit (PEO:PEgMA), chất phụ gia tạo xốp $C_2H_4N_4O_2$ – azodicarbonamit (AC3000F), chất chống xẹp glyxeron (Hari 95) và bột đá, trong đó giá thể sinh học dạng xốp này bao gồm các thành phần theo tỷ lệ % khối lượng như sau:

- a) nhựa nền polyetylen có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 65% đến 97,4% tính trên tổng khối lượng giá thể;
 - b) hỗn hợp PEO:PEgMA có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1% đến 10% tính trên tổng khối lượng giá thể, trong đó hỗn hợp PEO:PEgMA có tỷ lệ thành phần PEO:PEgMA là 1:1 tính theo khối lượng hỗn hợp;
 - c) chất phụ gia tạo xốp AC3000F có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,1% đến 10 % tính trên tổng khối lượng giá thể;
 - d) chất chống xẹp Hari 95 có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,5% đến 5% tính trên tổng khối lượng giá thể; và
 - e) bột đá có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 1 đến 10 % tính trên tổng khối lượng giá thể,
- trong đó tổng khối lượng giá thể sinh học là 100%.

2. Giá thể sinh học dạng xốp theo điểm 1, trong đó giá thể này ở dạng đĩa tròn dẹt.

3. Giá thể sinh học dạng xốp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nhựa nền polyetylen được chọn từ nhóm bao gồm nhựa polyetylen tỉ trọng thấp (LDPE), nhựa polyetylen tỉ trọng thấp mạch thẳng (LLDPE) và nhựa polyetylen tỉ trọng cao (HDPE).

4. Giá thể sinh học dạng xốp theo điểm 3, trong đó nhựa nền polyetylen là nhựa HDPE.

5. Giá thể sinh học theo điểm 4, trong đó nhựa nền polyetylen là nhựa HDPE có mặt với lượng từ 65% đến 97,4% tổng khối lượng giá thể, hỗn hợp PEO:PEgMA (có tỉ lệ 1:1 tính theo khối lượng hỗn hợp) có mặt với lượng 1% đến 10% tổng khối lượng giá

thể, phụ gia tạo xốp AC3000F có mặt với lượng 0,1% đến 10% tổng khối lượng giá thể, chất chống xẹp Hari 95 có mặt với lượng 0,5% đến 5% tổng khối lượng giá thể và bột đá có mặt với lượng 1% đến 10% tổng khối lượng giá thể.

6. Giá thể sinh học theo điểm 5, trong đó nhựa HDPE có mặt với lượng 89% tổng khối lượng giá thể.

7. Phương pháp chế tạo giá thể sinh học dạng xốp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

- i) bước 1: trộn đều hỗn hợp chất tạo xốp azodicacbonamit AC3000F với chất chống xẹp Hari 95 với tỷ lệ % khối lượng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trên thiết bị trộn cao tốc với tốc độ 200 vòng/phút, trong thời gian 15 phút ở 60 - 80°C;
- ii) bước 2: sau đó, tiếp tục bổ sung nhựa polyetylen, hỗn hợp PEO:PEgMA và bột đá với tỉ lệ % khối lượng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, vào trong thiết bị trộn cao tốc ở bước 1 và trộn trong 15 phút tiếp theo với tốc độ 500 vòng/phút;
- iii) bước 3: tạo hạt hỗn hợp thu được từ bước 2 trên thiết bị trộn hai trục vít;
- iv) bước 4: tiến hành quá trình đùn sản phẩm qua khuôn đùn kết hợp với khuôn định hình có sử dụng hút chân không và làm mát bằng nước; và
- v) bước 5: tiến hành cắt sản phẩm để thu được thành phẩm với chiều dày là 1mm.

Hình 1

