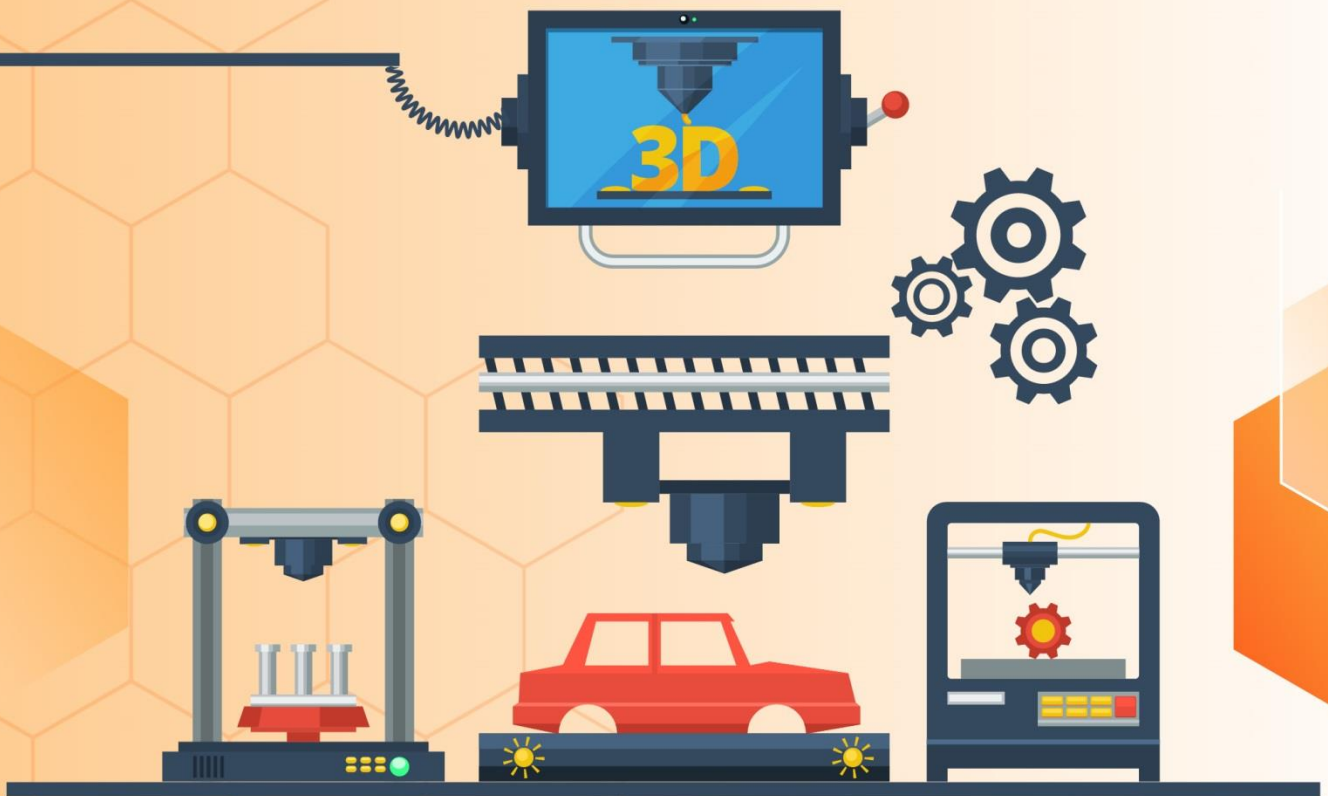




SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

# CÔNG NGHỆ IN 3D

XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRÊN THẾ GIỚI  
VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG TẠI VIỆT NAM



# MỤC LỤC

## PHẦN MỞ ĐẦU

### PHẦN 1 - TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IN 3D TRÊN THẾ GIỚI.... 1

1.1 Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế in 3D trên thế giới theo thời gian .....	1
1.2 Bảo hộ sáng chế in 3D tại một số quốc gia và vùng lãnh thổ .....	2
1.3 Các hướng nghiên cứu công nghệ in 3D trên thế giới .....	4
1.3.1 Theo quy trình in 3D .....	4
1.3.2 Theo công nghệ in 3D.....	6
1.3.3 Theo vật liệu in 3D.....	9
1.3.4 Ứng dụng công nghệ in 3D trong một số lĩnh vực.....	11
1.4 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về in 3D .....	14
1.4.1 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về in 3D.....	14
1.4.2 Đăng ký bảo hộ của các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế công nghệ in 3D .....	15

### PHẦN 2 - CÁC SÁNG CHẾ VỀ CÔNG NGHỆ IN 3D TẠI VIỆT NAM..... 17

2.1 Các sáng chế được bảo hộ tại Việt Nam.....	17
2.1.1 Về công nghệ in 3D.....	17
2.1.2 Về vật liệu in 3D.....	19
2.2 Các công nghệ in 3D trong nước sẵn sàng chuyển giao .....	22
2.2.1 Máy in 3D VINA FDM 2015 và các phần mềm ứng dụng.....	22
2.2.2 Ứng dụng in 3D trong công trình xây dựng .....	23
2.2.3 Vận dụng công nghệ Deep Learning trong in 3D .....	25
2.2.4 Ứng dụng công nghệ in 3D trong y học.....	27
2.2.5 Ứng dụng công nghệ in 3D trong điều trị chấn thương, chỉnh hình .....	29
2.2.6 Nghiên cứu ứng dụng in 3D trong chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ hoạt động trong vùng nước thủy nội địa Việt Nam.....	30
2.2.7 Chế tạo vật liệu cầm máu sử dụng cho máy in 3D.....	32

### PHẦN 3 - KẾT LUẬN..... 34

3.1 Về xu hướng phát triển công nghệ in 3D trên thế giới .....	34
3.2 Tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ in 3D tại Việt Nam.....	35
3.3 Một số nhận xét, khuyến nghị.....	40

### PHẦN PHỤ LỤC..... 41

Phụ lục 1.....	42
Phụ lục 2.....	43
Phụ lục 3.....	44

# PHẦN MỞ ĐẦU

Công nghệ in 3D, còn được gọi là công nghệ bồi đắp vật liệu, đã mang đến một cuộc cách mạng trong lĩnh vực sản xuất và đời sống. Với khả năng tạo ra các sản phẩm in 3D từ các tệp dữ liệu số, công nghệ in 3D đã mở ra không gian sáng tạo mới và có ảnh hưởng rộng rãi đến nhiều ngành công nghiệp. Điểm mạnh chính của công nghệ in 3D nằm ở khả năng tạo ra các đối tượng với độ phức tạp cao, hình dạng đa dạng và chi tiết tinh tế. Thay vì sử dụng các quy trình truyền thống, in 3D cho phép xây dựng các vật phẩm từng lớp một, từ các vật liệu như nhựa, kim loại, gỗ, và thậm chí, cả tế bào sống.

Ứng dụng của công nghệ in 3D là vô cùng đa dạng. Trong ngành y tế, nó đã thay đổi cách tiếp cận và thực hiện các thủ thuật y khoa. Các mô hình in 3D giúp bác sĩ hiểu rõ hơn về cấu trúc của cơ thể, từ đó lập kế hoạch và tiến hành các ca phẫu thuật phức tạp một cách an toàn hơn. Công nghệ in 3D cũng cho phép tạo ra các bộ phận thay thế như răng giả, khung xương giả và các phần cơ thể bị tổn thương. Trong ngành xây dựng, một trong những ứng dụng chính của công nghệ in 3D là tạo ra các mô hình kiến trúc 3D chi tiết. Nhờ khả năng tạo ra các mô hình từ dữ liệu số, các kiến trúc sư và nhà thiết kế có thể trực quan hóa ý tưởng, thấy rõ tính khả thi của các thiết kế trước khi tiến hành xây dựng, giảm thiểu được các sai sót và rủi ro trong quá trình xây dựng. Ngoài ra, in 3D cũng được dùng để in các bộ phận cấu thành và cả công trình. Thay vì đúc bê tông hoặc xây dựng từng khối như truyền thống, in 3D cho phép tạo ra các mảng bê tông hoặc cấu trúc bằng các lớp liên kết, giảm thiểu được thời gian, công sức và tài nguyên trong quá trình xây dựng. Với in 3D, các hình dạng và cấu trúc phức tạp hơn cũng có thể tạo ra được,...

Công nghệ in 3D có phạm vi ứng dụng lớn nên thu hút mạnh sự quan tâm của các cơ quan quản lý, nhà nghiên cứu và doanh nghiệp. Để thông tin thêm về các xu hướng phát triển công nghệ in 3D trên thế giới và tình hình nghiên cứu, phát triển công nghệ in 3D trong nước cho các cơ quan quản lý, nhà nghiên cứu và doanh nghiệp, Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN TP.HCM đã tổ chức hội thảo "*Công nghệ in 3D và một số ứng dụng trong thực tiễn*" và biên soạn tài liệu tổng quan "*Công nghệ in 3D - Xu hướng nghiên cứu công nghệ trên thế giới và một số ứng dụng tại Việt Nam*". Tài liệu này gồm 3 phần:

- Phần 1. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng công nghệ in 3D trên thế giới: sẽ phân tích xu hướng nghiên cứu công nghệ in 3D trên cơ sở số liệu sáng chế quốc tế.

Cung cấp thông tin về tình hình công bố, bảo hộ sáng chế theo thời gian, quốc gia bảo hộ; các hướng nghiên cứu quy trình, công nghệ, vật liệu in 3D, cũng như một số lĩnh vực ứng dụng in 3D trong thực tiễn.

- Phần 2. Một số công nghệ, ứng dụng in 3D tại Việt Nam: sẽ điếm qua tình hình bảo hộ sáng chế liên quan tại Việt Nam và khái quát một số công nghệ, vật liệu in 3D của các chuyên gia trong nước (Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM; Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM; Viện công nghệ Cirtech - Trường Đại học Công nghệ TP.HCM, Đại học VinUniversity, Viện Kỹ thuật Nhiệt đới - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) sẵn sàng chuyển giao vào thực tiễn các ngành y tế, xây dựng, giao thông vận tải và cơ khí, đã được giới thiệu tại Hội thảo "*Công nghệ in 3D và một số ứng dụng trong thực tiễn*", tổ chức ngày 23/05/2023.

- Phần 3: Kết luận: khái quát lại xu hướng công nghệ và ứng dụng công nghệ in 3D trên thế giới, cũng như một số nét về kết quả nghiên cứu, ứng dụng công nghệ này tại Việt Nam.

Ban Tổ chức mong rằng, tài liệu này sẽ cung cấp một bức tranh khái quát về xu hướng nghiên cứu và ứng dụng công nghệ in 3D trên thế giới và tại Việt Nam cho các cơ quan quản lý nhà nước, các nhà nghiên cứu, nhà đầu tư và cả các doanh nghiệp để có những cân nhắc các hướng công nghệ in 3D nên đẩy mạnh đầu tư, nghiên cứu để vừa mang lại lợi ích thiết thực, vừa phù hợp với xu hướng phát triển chung trong tương lai.

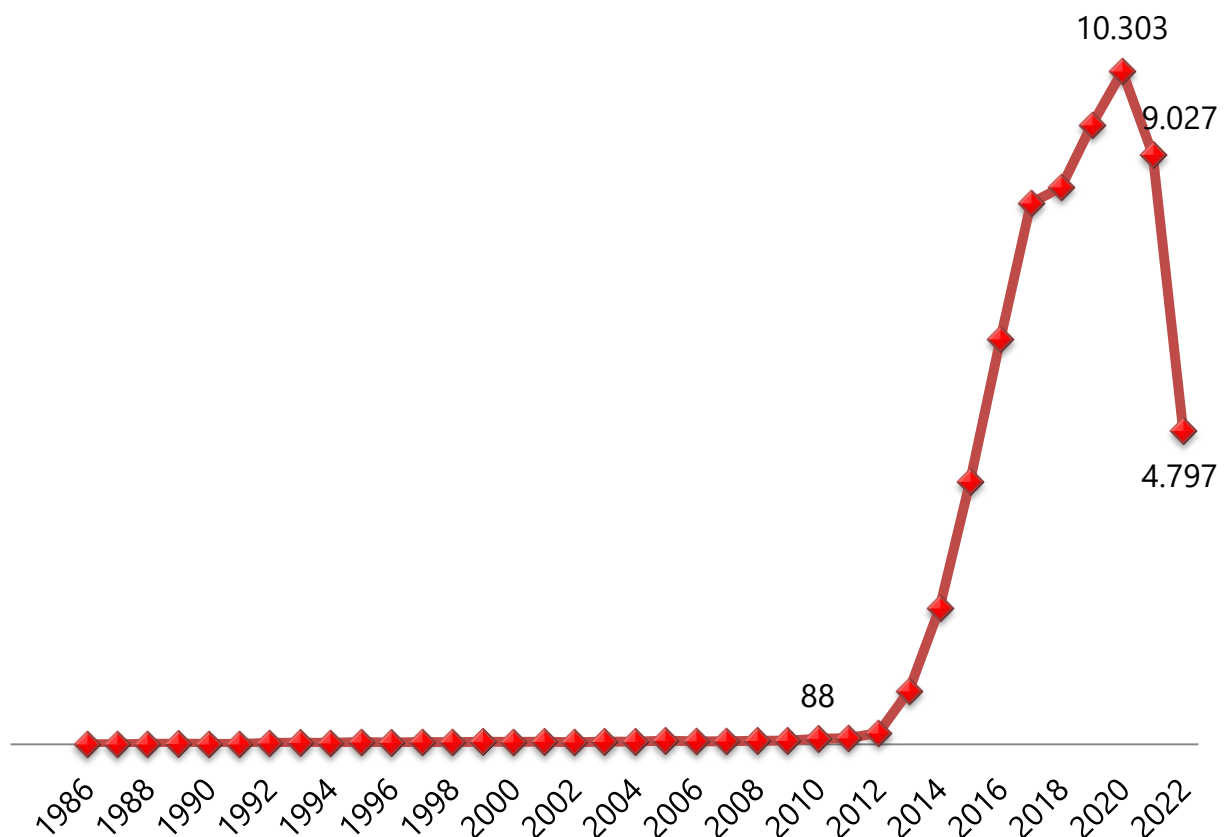
Trân trọng.

**Ban Tổ chức**

# PHẦN 1 - TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IN 3D TRÊN THẾ GIỚI

## 1.1 Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế in 3D trên thế giới theo thời gian

Theo số liệu từ cơ sở dữ liệu sáng chế quốc tế WIPS Global, vào năm 1984 Charles W. Hull đã có đơn và được cấp bằng sáng chế đầu tiên (Patent US 4575330) về máy in 3D theo phương pháp tạo hình lập thể SLA (Stereolithography Apparatus) vào năm 1986. Tuy nhiên, các nghiên cứu liên quan đến công nghệ in 3D chỉ mới bùng nổ thật sự trong khoảng 10 năm qua.



Hình 1. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế về in 3D, theo thời gian

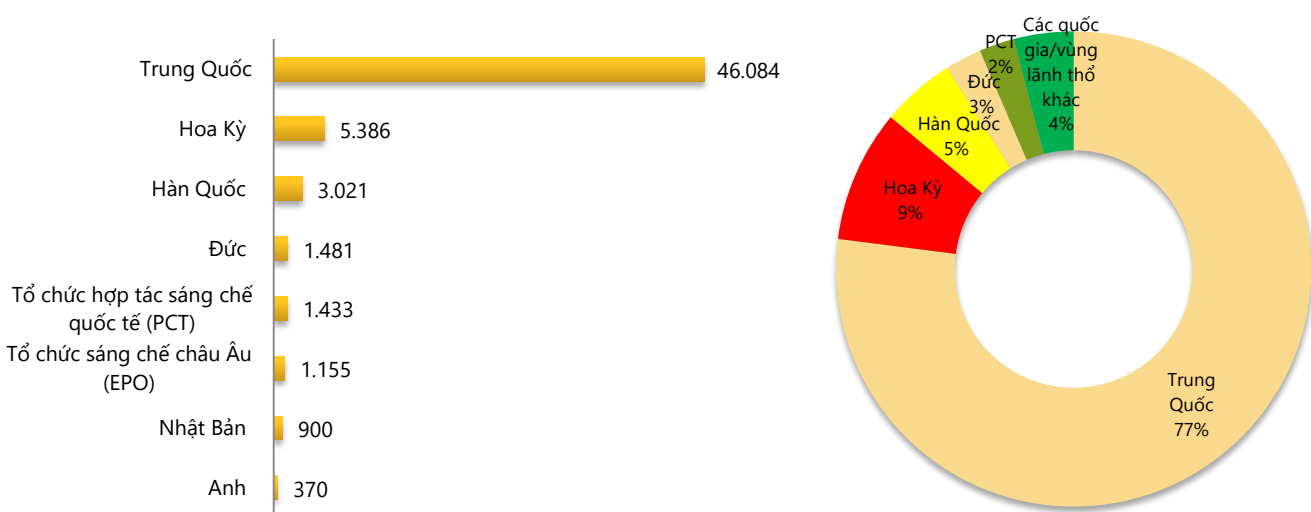
Theo thời gian, sự phát triển của công nghệ in 3D có thể chia thành 3 giai đoạn:

- Giai đoạn 1984-1999: nghiên cứu về in 3D chưa được quan tâm nhiều, trung bình hàng năm có khoảng 16 sáng chế.
- Giai đoạn 2000-2009: số lượng về sáng chế in 3D nhiều hơn và có chiều hướng phát triển (trung bình có 45 sáng chế/năm).
- Từ năm 2010-nay: là giai đoạn công nghệ in 3D phát triển mạnh mẽ nhất, với số sáng chế hàng năm tăng trưởng nhanh chóng: nếu như năm 2010 mới có 88 sáng chế về công nghệ in 3D được công bố, con số này đến năm 2020 đã tăng vọt đến hơn 10.000 sáng chế.

Tuy nhiên, từ năm 2021 trở về đây, hoạt động nghiên cứu, ứng dụng công nghệ in 3D trên thế giới có xu hướng giảm và chưa có dấu hiệu phục hồi.

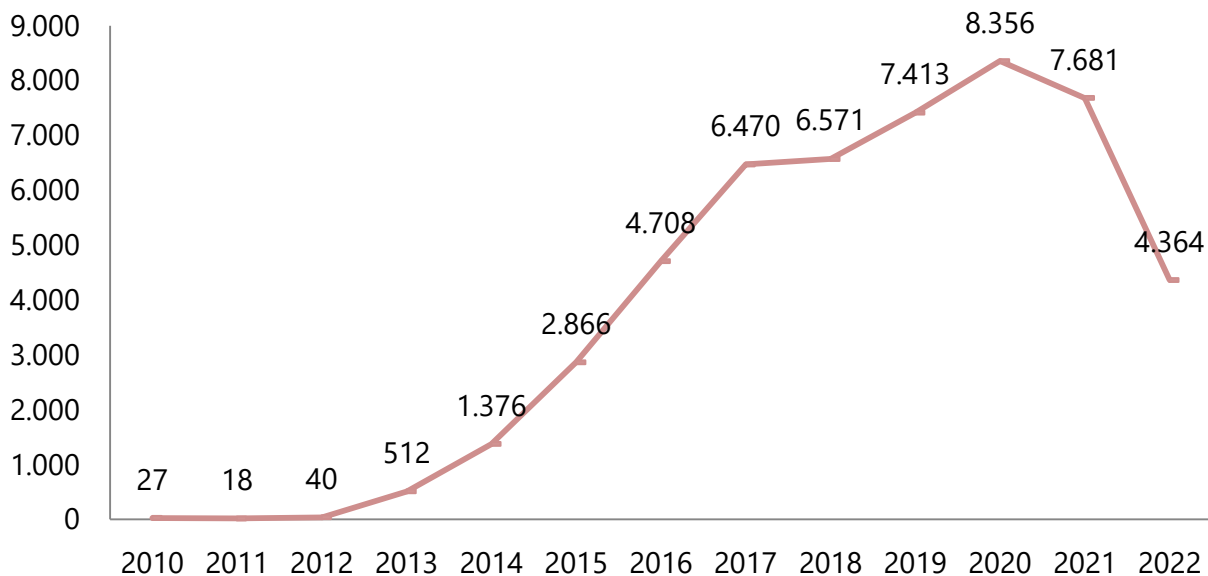
## 1.2 Bảo hộ sáng chế in 3D tại một số quốc gia và vùng lãnh thổ

Sáng chế về in 3D đã được các nhà nghiên cứu trên thế giới đăng ký bảo hộ tại nhiều quốc gia và 2 tổ chức quốc tế (Tổ chức Hợp tác Sáng chế Quốc tế - PCT và Tổ chức Sáng chế Châu Âu - EPO). Trong đó, ba quốc gia có số lượng sáng chế đăng ký bảo hộ nhiều nhất là Trung Quốc, Mỹ và Hàn Quốc. Hiện Trung Quốc đang là quốc gia bảo hộ sáng chế in 3D nhiều nhất trên thế giới (chiếm đến 77%) với hơn 46.000 sáng chế. Mỹ và Hàn Quốc lần lượt chiếm vị trí thứ 2 và 3, với số lượng sáng chế bảo hộ lần lượt là 5.386 sáng chế và 3.021 sáng chế, tương đương với 9% và 5% trong tổng số sáng chế được công bố bảo hộ trên thế giới.



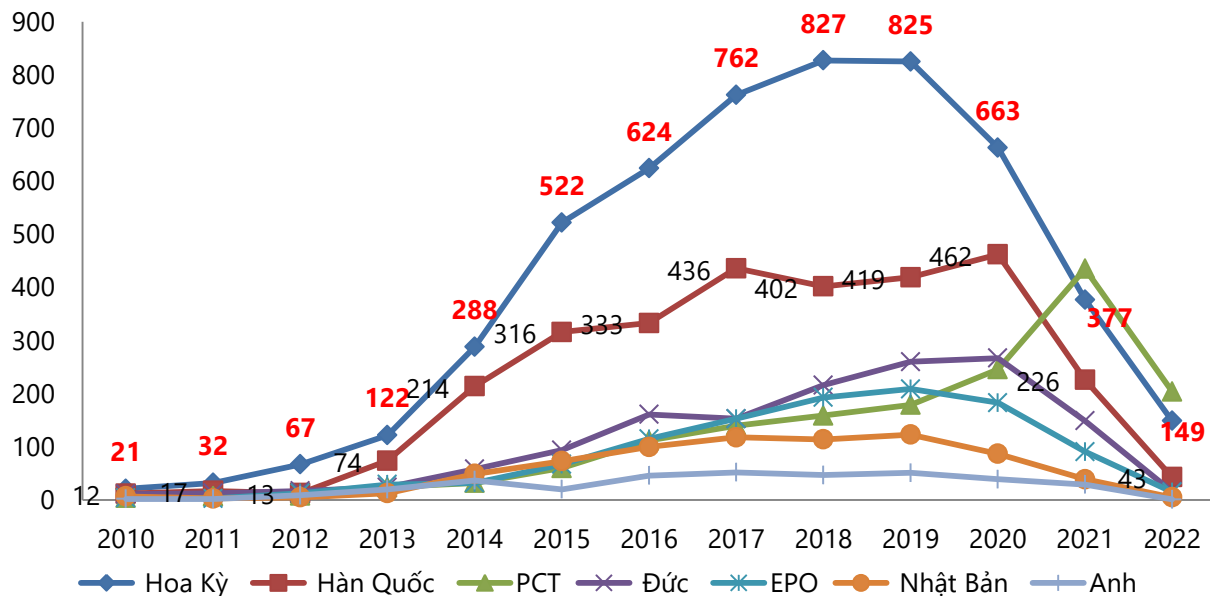
Hình 2 và 3. Bảo hộ sáng chế về in 3D tại một số quốc gia và vùng lãnh thổ

Trung Quốc là quốc gia có lượng sáng chế in 3D được bảo hộ nhiều nhất. Do đó, xu hướng tăng trưởng sáng chế của Trung Quốc cũng khớp với xu hướng chung của thế giới.



Hình 4. Bảo hộ sáng chế tại Trung Quốc, giai đoạn 2010-2022

Tại 5 quốc gia có nhiều sáng chế được bảo hộ khác (Mỹ, Hàn Quốc, Đức, Nhật Bản, Anh), xu hướng phát triển về sáng chế được bảo hộ cũng khá tương đồng (hầu hết có cùng xu hướng tăng trưởng mạnh từ năm 2010-2020 và giảm dần từ năm 2021).



Hình 5. Bảo hộ sáng chế tại 5 quốc gia và 2 tổ chức quốc tế, giai đoạn 2010-2022

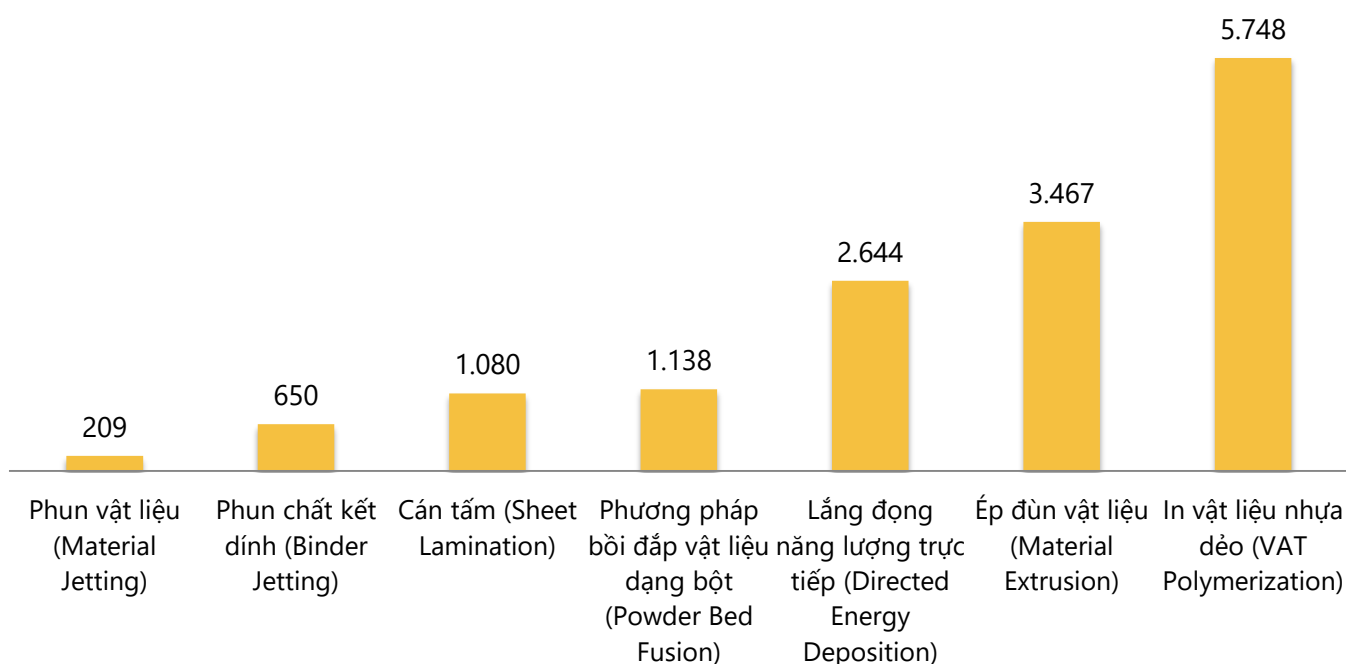
### 1.3 Các hướng nghiên cứu công nghệ in 3D trên thế giới

Các sáng chế về in 3D được nghiên cứu, phân tích theo 2 khía cạnh chính: Các quy trình in 3D và Ứng dụng công nghệ in 3D trong một số lĩnh vực

#### 1.3.1 Theo quy trình in 3D

Có nhiều cách phân loại quy trình in 3D, tùy theo: (1) Loại vật liệu, chẳng hạn như polyme, gốm sứ và kim loại hoặc (2) Các quá trình gián tiếp và trực tiếp, tùy thuộc vào phương pháp liên kết, hoặc (3) theo Tính chất của nguyên liệu đầu vào, như các quá trình xử lý vật liệu lỏng, bột hay chất rắn.

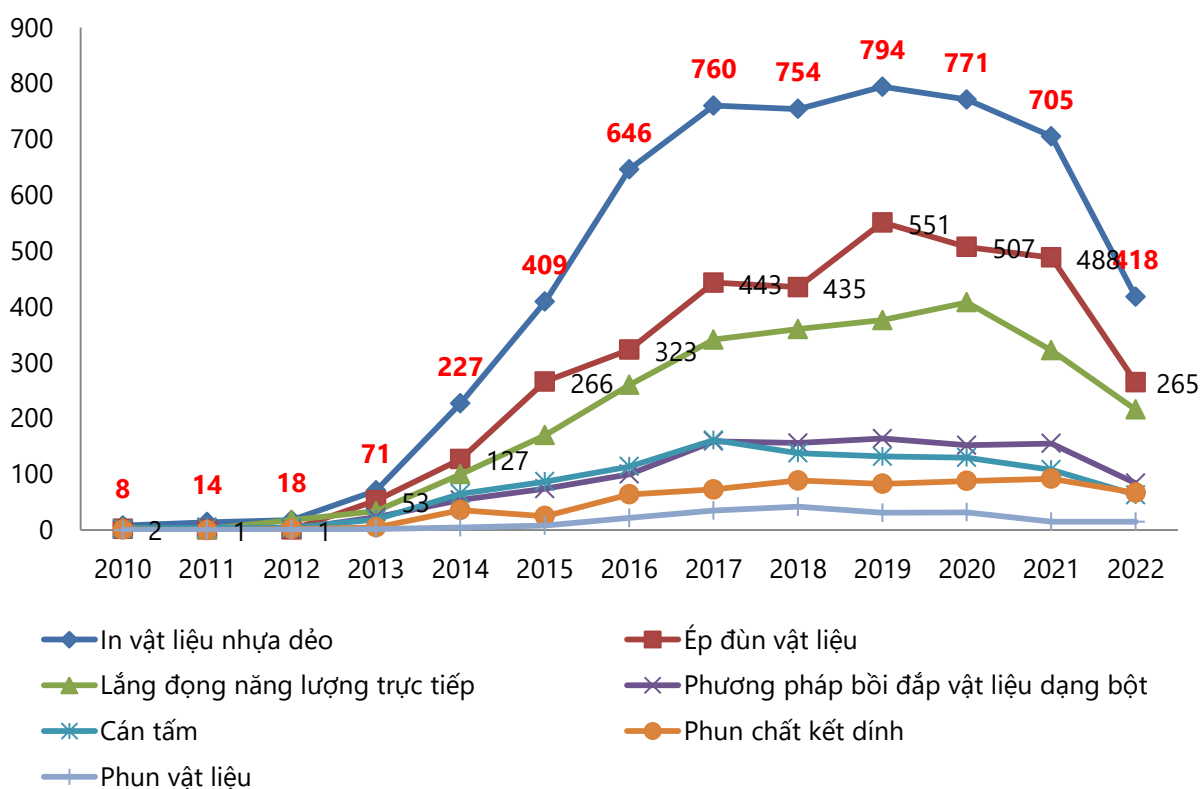
Theo phân loại của Hiệp hội Vật liệu và Thí nghiệm Mỹ (ASTM International), có 7 nhóm quy trình in 3D chính: (1) Phun vật liệu (Material Jetting); (2) Phun chất kết dính (Binder Jetting); (3) Cán tấm (Sheet Lamination); (4) Phương pháp bồi đắp vật liệu dạng bột (Powder Bed Fusion); (5) Lắng đọng năng lượng trực tiếp (Directed Energy Deposition); (6) Ép đùn vật liệu (Material Extrusion); và (7) In vật liệu nhựa dẻo (VAT Polymerization). Trong đó, quy trình in vật liệu nhựa dẻo, ép đùn vật liệu, lắng đọng năng lượng trực tiếp đang là 3 quy trình có nhiều sáng chế được bảo hộ nhất (tỉ lệ lần lượt là 38%, 23% và 18%).



Hình 6. Hướng nghiên cứu in 3D theo 7 quy trình phân loại của ASTM

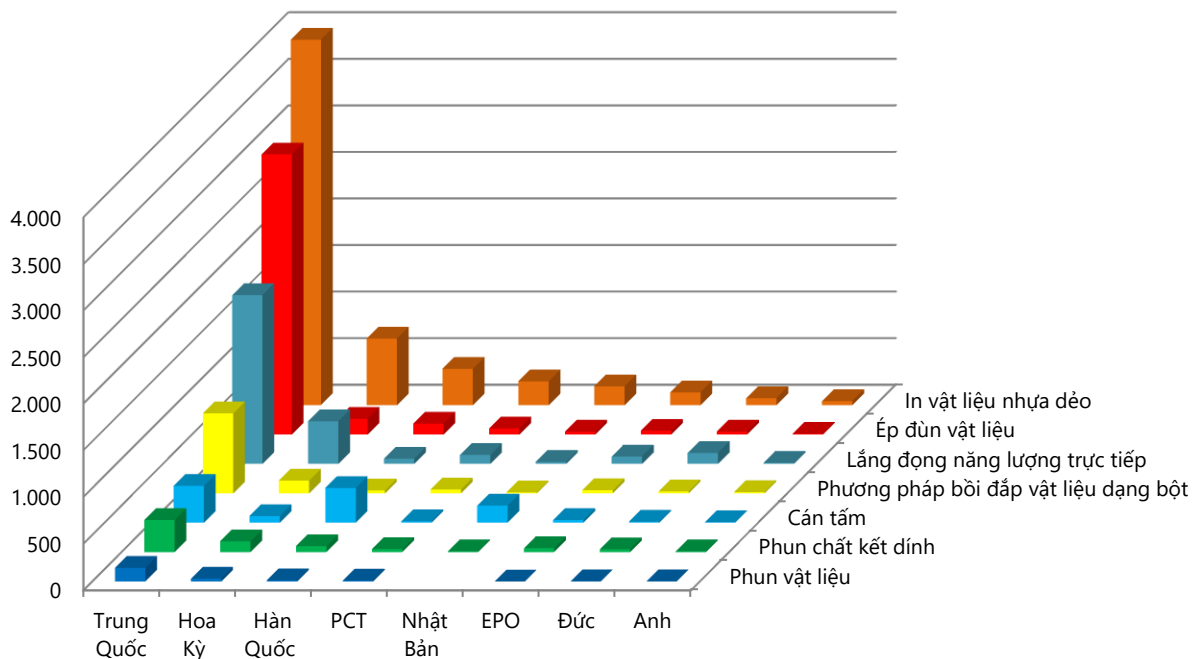


Quy trình *in vật liệu nhựa dẻo* (còn gọi là quy trình quang trùng hợp *in nhựa dẻo*) được nghiên cứu nhiều nhất, số lượng sáng chế lĩnh vực này tăng trưởng đều và khá liên tục giai đoạn đầu, khi công nghệ *in 3D* mới xuất hiện. Trong giai đoạn 2010 trở lại đây, quy trình này được quan tâm nghiên cứu ngày càng nhiều và tăng trưởng nhanh nhất từ năm 2014 đến năm 2019, sau đó bắt đầu có xu hướng giảm (Hình 7). Đứng thứ hai về số lượng sáng chế được bảo hộ là quy trình *ép đùn vật liệu*. Tuy nhiên quy trình này chỉ mới bắt đầu tăng trưởng từ năm 2010, trước đó có rất ít nghiên cứu liên quan.



Hình 7. Hướng nghiên cứu các quy trình *in 3D* theo thời gian (2010-2022)

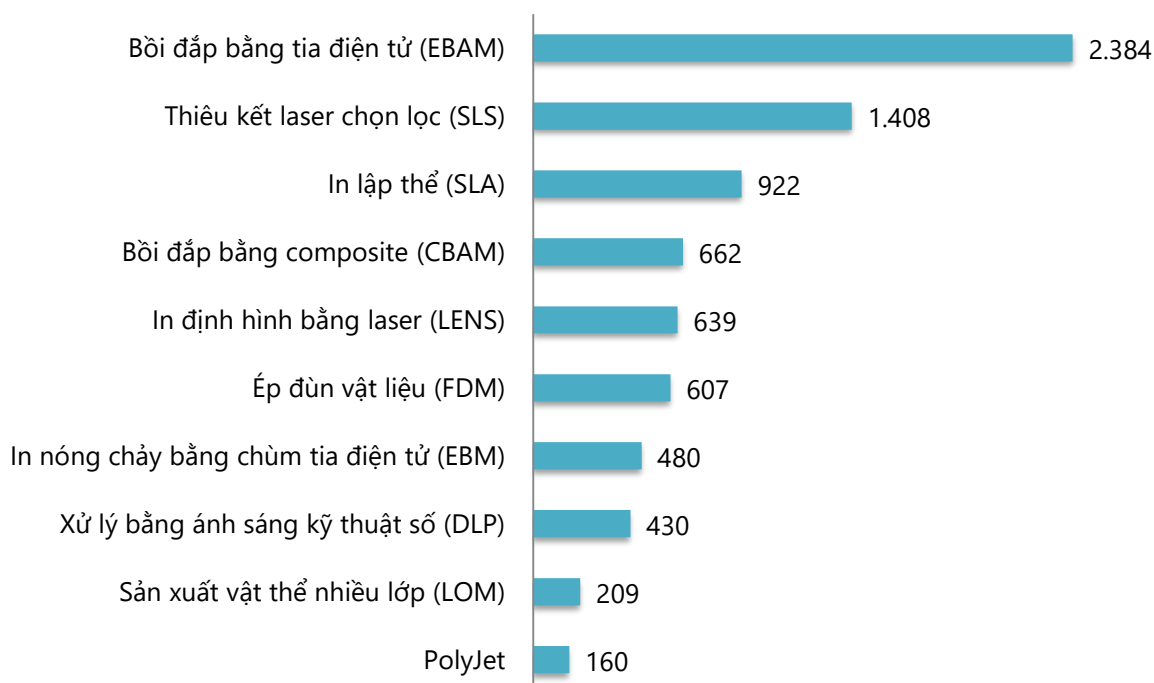
Tại Trung Quốc, ba quy trình *in 3D* được đăng ký bảo hộ nhiều nhất lần lượt từ trên xuống là *in vật liệu nhựa dẻo*, *ép đùn vật liệu* và *lắng đọng năng lượng trực tiếp* (Hình 8). Trong khi đó, tại Mỹ, ngoại trừ quy trình *in vật liệu nhựa dẻo* chiếm ưu thế (có số lượng sáng chế được bảo hộ nhiều nhất), đứng thứ hai là *lắng đọng năng lượng trực tiếp*, kể đến là *ép đùn vật liệu*. Tại Hàn Quốc, *in vật liệu nhựa dẻo* có số lượng sáng chế được bảo hộ nhiều nhất, chiếm vị trí thứ nhì lại là *cán tấm*, còn thứ ba là *ép đùn vật liệu*. Ở Đức, điểm đặc biệt là mối quan tâm của các nhà sáng chế đến *lắng đọng năng lượng trực tiếp* lại cao hơn, khi so sánh với *in vật liệu nhựa dẻo*.



Hình 8. Tình hình bảo hộ sáng chế theo các quy trình in 3D tại một số quốc gia và tổ chức

### 1.3.2 Theo công nghệ in 3D

Tương ứng với 7 quy trình in 3D như phân loại của Hiệp hội Vật liệu và Thí nghiệm Mỹ (ASTM) vừa được đề cập ở trên, các nhà nghiên cứu trên thế giới đã sáng tạo ra nhiều công nghệ in 3D. Theo dữ liệu từ cơ sở dữ liệu WIPS Global, một số công nghệ in 3D được quan tâm nghiên cứu nhiều nhất là: Công nghệ PolyJet; Sản xuất vật thể nhiều lớp (LOM); Xử lý bằng ánh sáng kỹ thuật số (DLP); In nóng chảy bằng chùm tia điện tử (EBM); Ép đùn vật liệu (FDM); In định hình bằng laser (LENS); Bồi đắp bằng composite (CBAM); In lập thể (SLA); Thiêu kết laser chọn lọc (SLS) và Bồi đắp bằng tia điện tử (EBAM) (Hình 9).

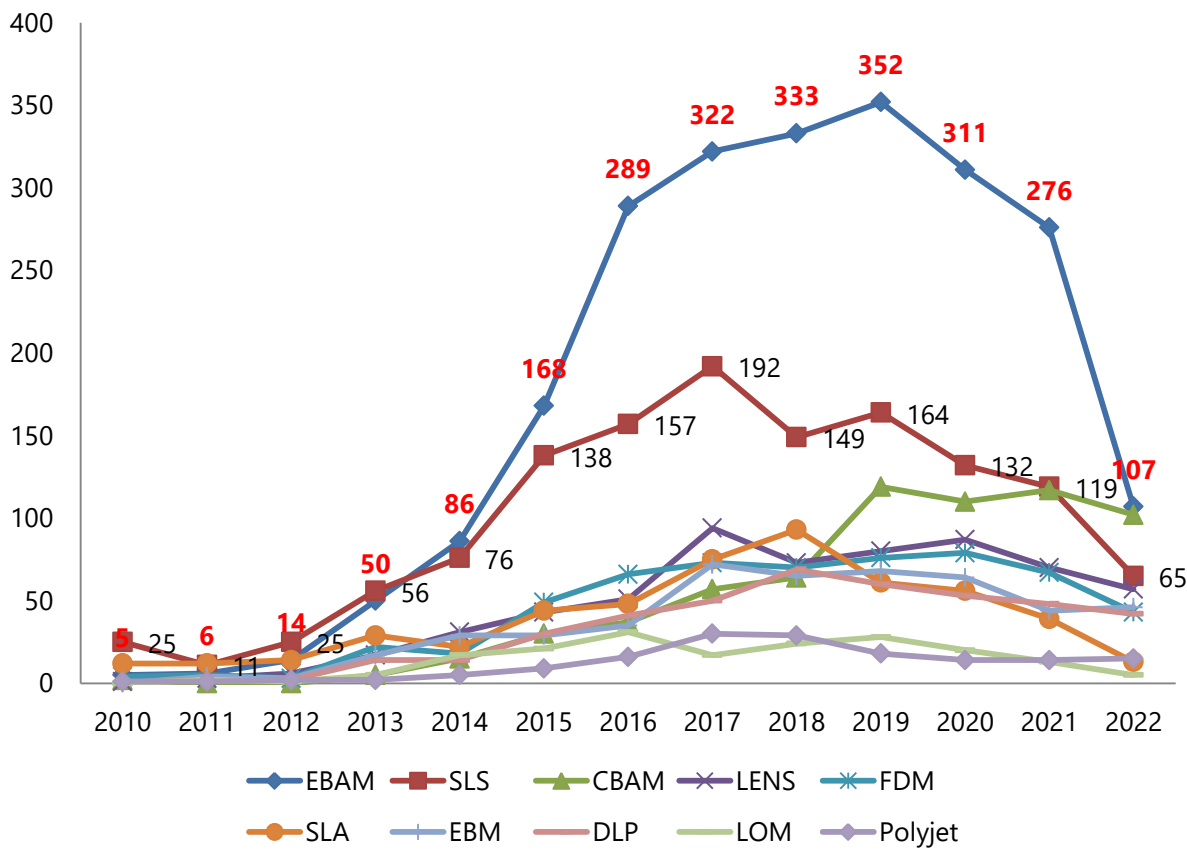


Hình 9. Một số công nghệ in 3D có nhiều sáng chế hiện nay

Trong đó, công nghệ in 3D sử dụng chùm tia điện tử (EBAM, EBM) có số lượng sáng chế được bảo hộ nhiều nhất (hơn 2.800 sáng chế). Một ví dụ về sáng chế thuộc nhóm công nghệ này là *Phương pháp in 3D ứng dụng chùm tia điện tử và thiết bị hiệu chuẩn điểm sáng phạm vi rộng* của Công ty Xi'an Sailong Additive Technology, được Trung Quốc cấp bằng bảo hộ độc quyền số CN115416303B vào năm 2022, giới thiệu về phương pháp và thiết bị để hiệu chỉnh các điểm sáng dải rộng trong in 3D.

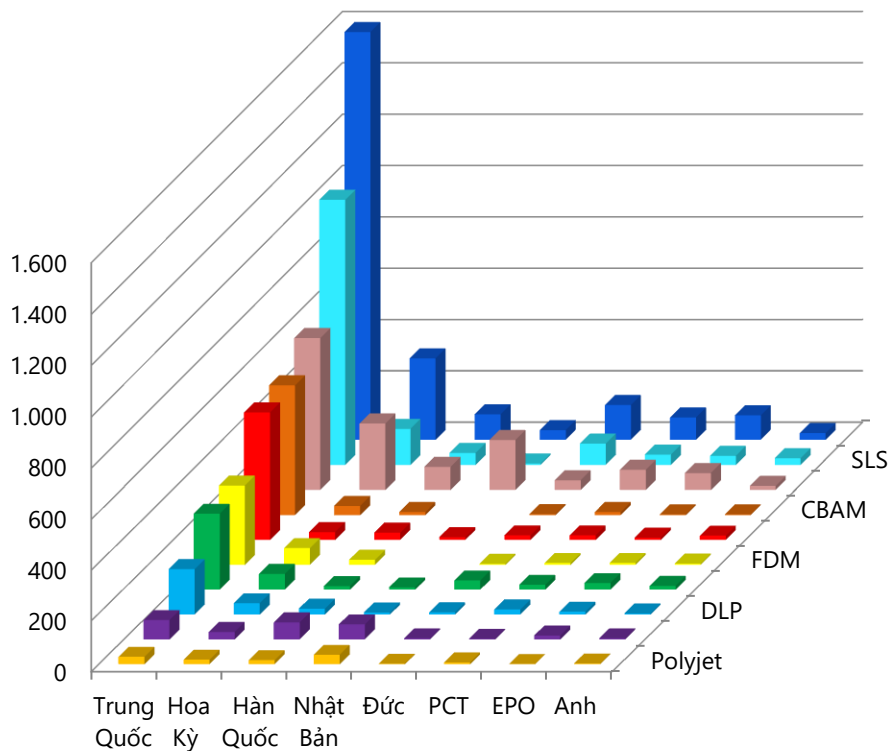
Nhóm công nghệ sử dụng tia laser để thao tác in 3D như SLS, SLA chiếm vị trí thứ nhì về số lượng sáng chế được bảo hộ. Sáng chế thuộc nhóm này xuất hiện khá sớm. Bên cạnh sáng chế đầu tiên nộp đơn vào năm 1984 của Charles W. Hull về máy in 3D theo phương pháp tạo hình lập thể SLA, vào năm 1987, Carl Deckard, tại đại học Texas đã nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế tại Mỹ về *quá trình in 3D bằng phương pháp thiêu kết chọn lọc bằng laser* và được công nhận (bằng sáng chế số US 4863538) vào năm 1989.

Hầu hết các công nghệ in 3D đều tăng trưởng từ năm 2010 và đạt đỉnh vào khoảng 2017-2019, sau đó bắt đầu giảm dần. Công nghệ EBAM được quan tâm cao nhất, trên 350 sáng chế vào năm 2019 (Hình 10).



Hình 10. Hướng nghiên cứu một số công nghệ in 3D thông dụng theo thời gian (2010-2022)

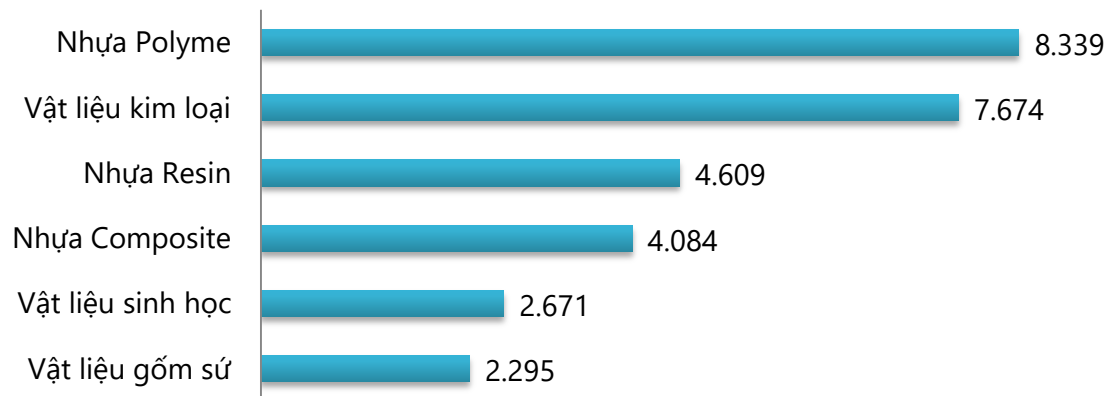
Tại Trung Quốc, Top3 công nghệ in 3D đăng ký bảo hộ nhiều nhất xếp theo thứ tự từ cao xuống thấp là EBAM, SLS, SLA. Tại Mỹ, bên cạnh EBAM là công nghệ được đăng ký bảo hộ nhiều nhất, kế tiếp là công nghệ SLA, đứng thứ ba là SLS. Tại Hàn Quốc, nhóm công nghệ EBAM được quan tâm đăng ký bảo hộ nhiều nhất, kế tiếp là SLA và thứ ba là LOM (Hình 11).



Hình 11. Bảo hộ về một số công nghệ in 3D thông dụng tại các quốc gia/tổ chức trên thế giới

### 1.3.3 Theo vật liệu in 3D

Trong lĩnh vực in 3D, ngoài quy trình và công nghệ in, các loại vật liệu in cũng rất được quan tâm nghiên cứu. Nếu như ở sáng chế đầu tiên về phương pháp tạo hình lập thể SLA, vật liệu sáng chế đề cập tới là chất lỏng có thể thay đổi trạng thái vật lý khi chịu bức xạ, đến nay, vật liệu dùng trong công nghệ in 3D rất đa dạng: xét theo đặc điểm, vật liệu có thể ở dạng bột, chất lỏng, chất rắn; xét theo bản chất, có thể là kim loại, vật liệu tổng hợp, vật liệu gốm sứ, gỗ, thực phẩm, vật liệu y sinh,...



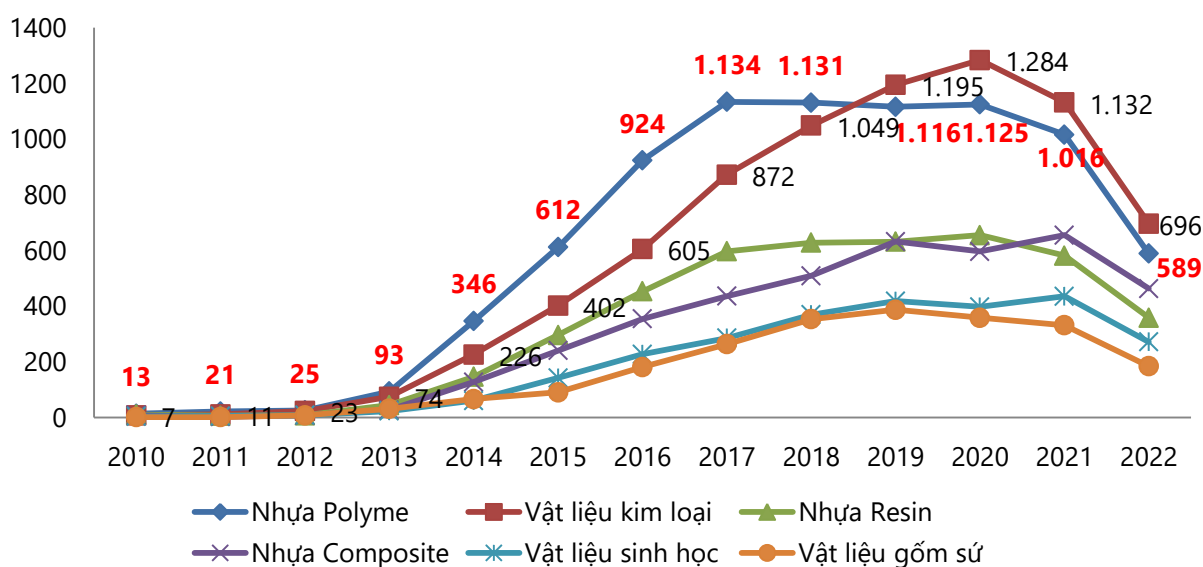
Hình 12. Hướng nghiên cứu, sử dụng vật liệu trong in 3D hiện nay

Nhựa *polyme* là loại vật liệu được nghiên cứu và sử dụng nhiều nhất, với hơn 8.300 sáng chế (chiếm 28% trong tổng số sáng chế về các vật liệu in 3D thông dụng). Một ví dụ về sử dụng polymer trong in 3D là sáng chế *Hợp chất polyme dùng trong in lập thể*, do công ty JNC Corporation đăng ký ngày 27/9/2013, được Văn phòng Sáng chế và Nhãn hiệu Mỹ cấp bằng sáng chế số US10040933B2. Sáng chế đề cập đến chế phẩm nhựa polyme thích hợp cho sản xuất sản phẩm in 3D bằng công nghệ SLA.

Nhóm vật liệu đứng thứ nhì là *kim loại*, với hơn 7.600 sáng chế. Kim loại sử dụng trong in 3D thường ở thể rắn hoặc bột. Sáng chế số EP1992709 B1 được Công ty EOS GmbH Electro Optical Systems đăng ký ngày 14/5/2007 tại Tổ chức Sáng chế Châu Âu, với tên gọi *Bột kim loại dùng trong phương pháp sản xuất phụ gia để sản xuất các vật thể ba chiều và phương pháp sử dụng bột kim loại đó* là một trong những sáng chế sử dụng bột kim loại làm vật liệu trong công nghệ in 3D, sử dụng tia laser (công nghệ DLMS) để tạo ra các sản phẩm cần thiết.

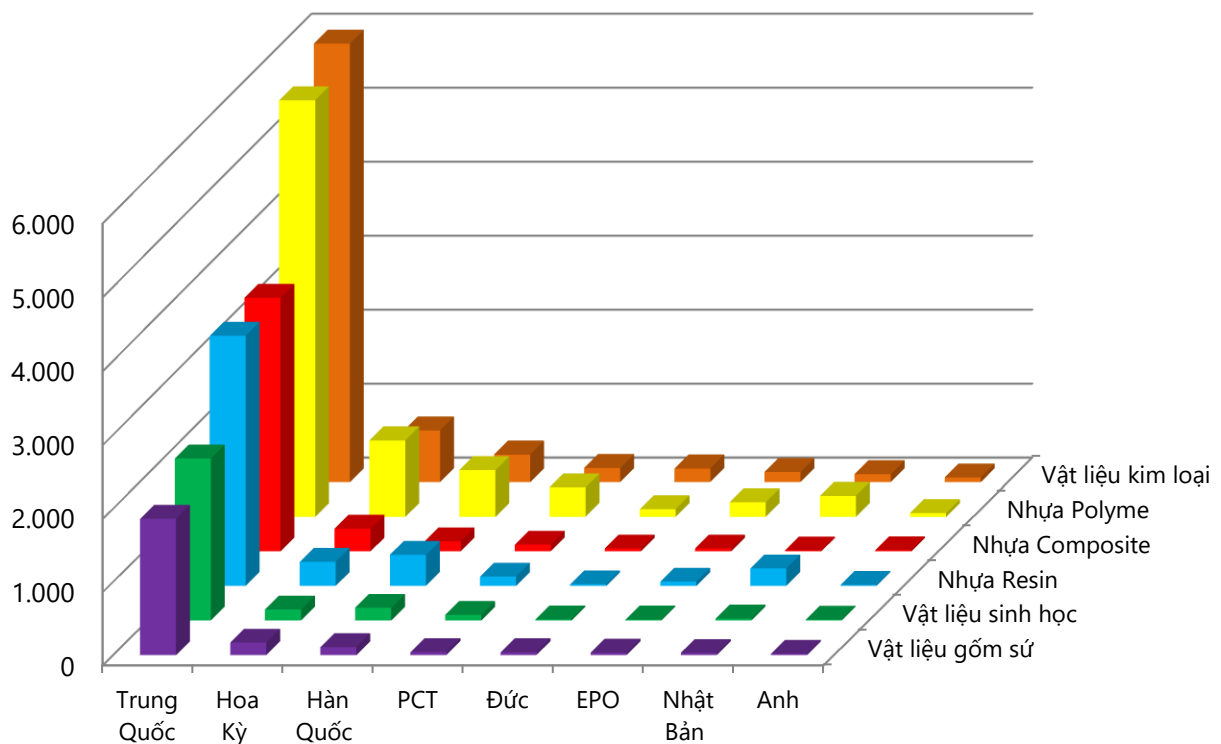
Đứng thứ 3 là nhựa *resin*, với hơn 4.600 sáng chế (16%). Ngoài các nhóm vật liệu nhựa tổng hợp và kim loại, nhờ khả năng ứng dụng thực tiễn cao trong ngành y tế, sức khỏe nên *vật liệu sinh học* cũng đang được nhiều quan tâm nghiên cứu.

Nghiên cứu và ứng dụng vật liệu in 3D trong giai đoạn 2010-2022 có xu hướng tăng nhanh từ khoảng năm 2013, đạt ngưỡng trong giai đoạn 2017-2020 và bắt đầu sụt giảm từ năm 2021. Trong các loại vật liệu in 3D, *kim loại* là nhóm duy nhất có số lượng sáng chế vượt quá con số 1.200 sáng chế/năm (năm 2020) (Hình 13).



Hình 13. Hướng nghiên cứu, sử dụng vật liệu trong in 3D theo thời gian (2010-2022)

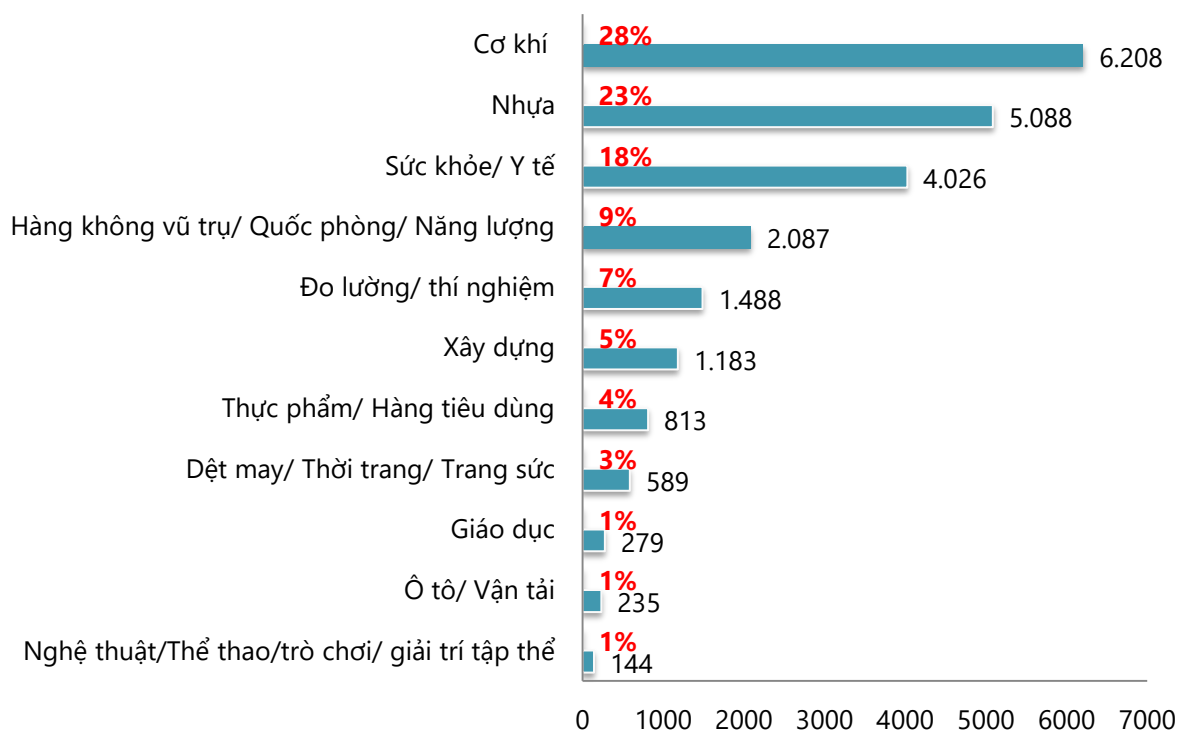
Trung Quốc hiện chiếm hơn 75% số lượng sáng chế về vật liệu được bảo hộ trên thế giới, trong đó, vật liệu *kim loại* được bảo hộ nhiều nhất kể đến là nhóm nhựa *polymer, composite*. Còn tại Mỹ, nhóm vật liệu được đăng ký bảo hộ nhiều nhất là nhóm *polyme*, tiếp đến là nhóm vật liệu *kim loại* và *resin*. Gần giống như Mỹ, Hàn Quốc cũng bảo hộ vật liệu *polyme* nhiều nhất, nhưng thứ hai là *resin* còn vị trí thứ ba là vật liệu *kim loại* (Hình 14).



Hình 14. Bảo hộ về nghiên cứu, sử dụng vật liệu trong in 3D tại các quốc gia/tổ chức

#### 1.3.4 Ứng dụng công nghệ in 3D trong một số lĩnh vực

Công nghệ in 3D không còn xa lạ với nhân loại ngày nay, khi nhiều ngành nghề đã ứng dụng công nghệ in 3D vào sản xuất, hàng loạt sản phẩm in 3D đã hiện diện trong đời sống thường nhật. Theo số liệu sáng chế, các lĩnh vực được nghiên cứu, triển khai ứng dụng in 3D nhiều được chỉ rõ tại Hình 15.



Hình 15. Ứng dụng công nghệ, kỹ thuật in 3D trong một số lĩnh vực

Trong đó, ngành *cơ khí* đang được quan tâm và ứng dụng nhiều nhất, chiếm 28% (6.208 sáng chế) trên tổng số lượng sáng chế được bảo hộ. Một ví dụ ứng dụng công nghệ in 3D vào ngành cơ khí là *Thành phần máy công cụ và quy trình sản xuất một thành phần máy công cụ*, sáng chế số EP4082695A1 do Công ty Haimer GmbH đăng ký bảo hộ ngày 30/4/2021 tại Tổ chức Sáng chế Châu Âu, đề cập về việc tạo và hoàn thiện một cấu phần của máy công cụ bằng kim loại vô định hình, theo phương pháp ép phun hoặc in 3D.

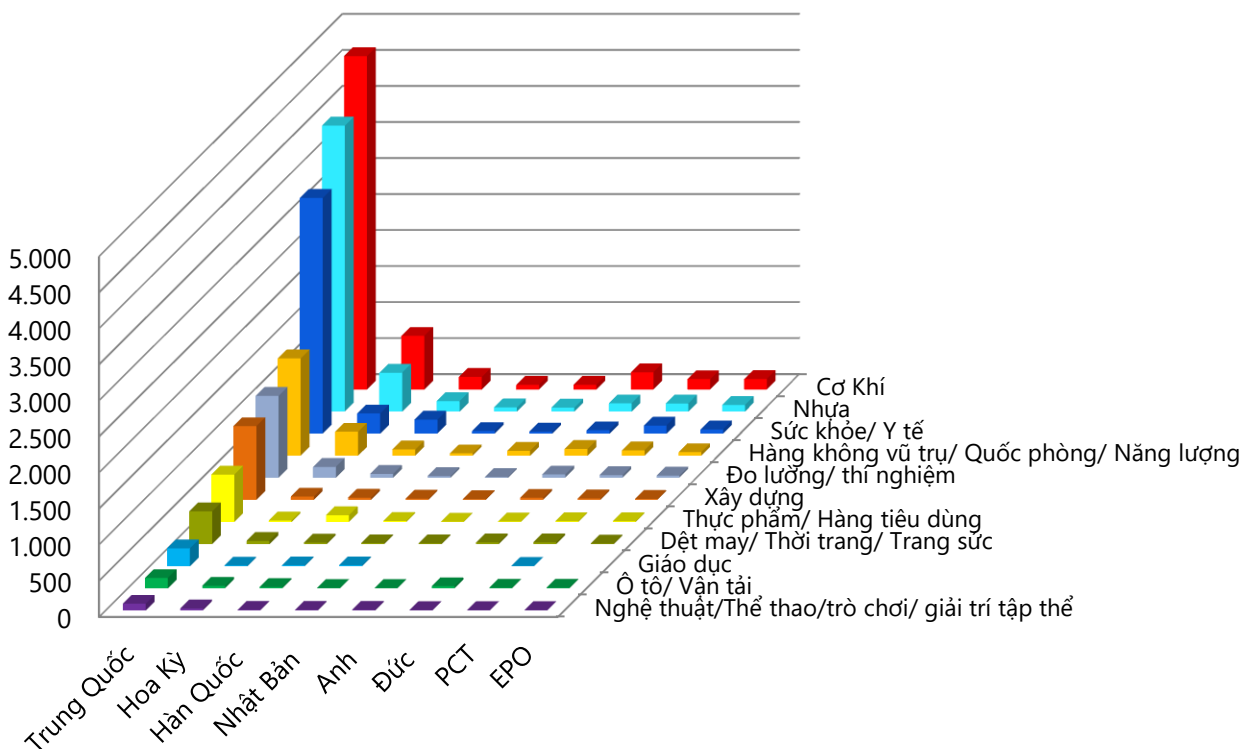
Tiếp đến là ứng dụng vào ngành *nhựa*, 23% (5.088 sáng chế). Đây cũng là ngành có nhiều sáng chế vì tính ứng dụng thực tế cao, ví dụ như *Sàn PVC đặc biệt cho sân bóng rổ* là sáng chế của Công ty Zhengzhou Xinao Plastic, đăng ký tại Trung Quốc ngày 26/9/2018 (số CN208830092U). Các nhà sáng chế đã ứng dụng công nghệ in 3D để in hoa văn nổi trên sàn PVC, đặc biệt là sân bóng rổ, giúp cải thiện chất lượng hoa văn trên sàn thay cho các phương pháp truyền thống.

Lĩnh vực *sức khỏe/y tế* cho thấy đang ứng dụng ngày càng nhiều công nghệ in 3D vào các hoạt động thực tiễn, đặc biệt như trong nha khoa, tạo ra các thiết bị y tế, các bộ phận giả khác,... *Thiết bị định vị răng* (sáng chế số US10869738B2) do Công ty



Dentsply Sirona Inc đăng ký bảo hộ ngày 07/10/2014 tại Mỹ, là một trong những ứng dụng công nghệ in 3D để in các thiết bị hỗ trợ điều trị công tác niềng răng (ví dụ như mắc cài rang). Thiết bị được in bằng máy in 3D từ các tệp tin STL.

Trong lĩnh vực *hàng không vũ trụ/quốc phòng/năng lượng*, công nghệ in 3D đã chứng tỏ ưu thế, khi cho phép sản xuất các linh kiện, vật phẩm tiên tiến với số lượng ít, cho phép sản xuất nhỏ lẻ và phức tạp giúp hạn chế chi phí, đây cũng là ngành có tiềm năng phát triển công nghệ in 3D lớn chỉ sau ngành *cơ khí, nhựa* và *sức khỏe/y tế*.



Hình 16. Bảo hộ công nghệ in 3D theo các lĩnh vực ứng dụng tại quốc gia và tổ chức trên thế giới

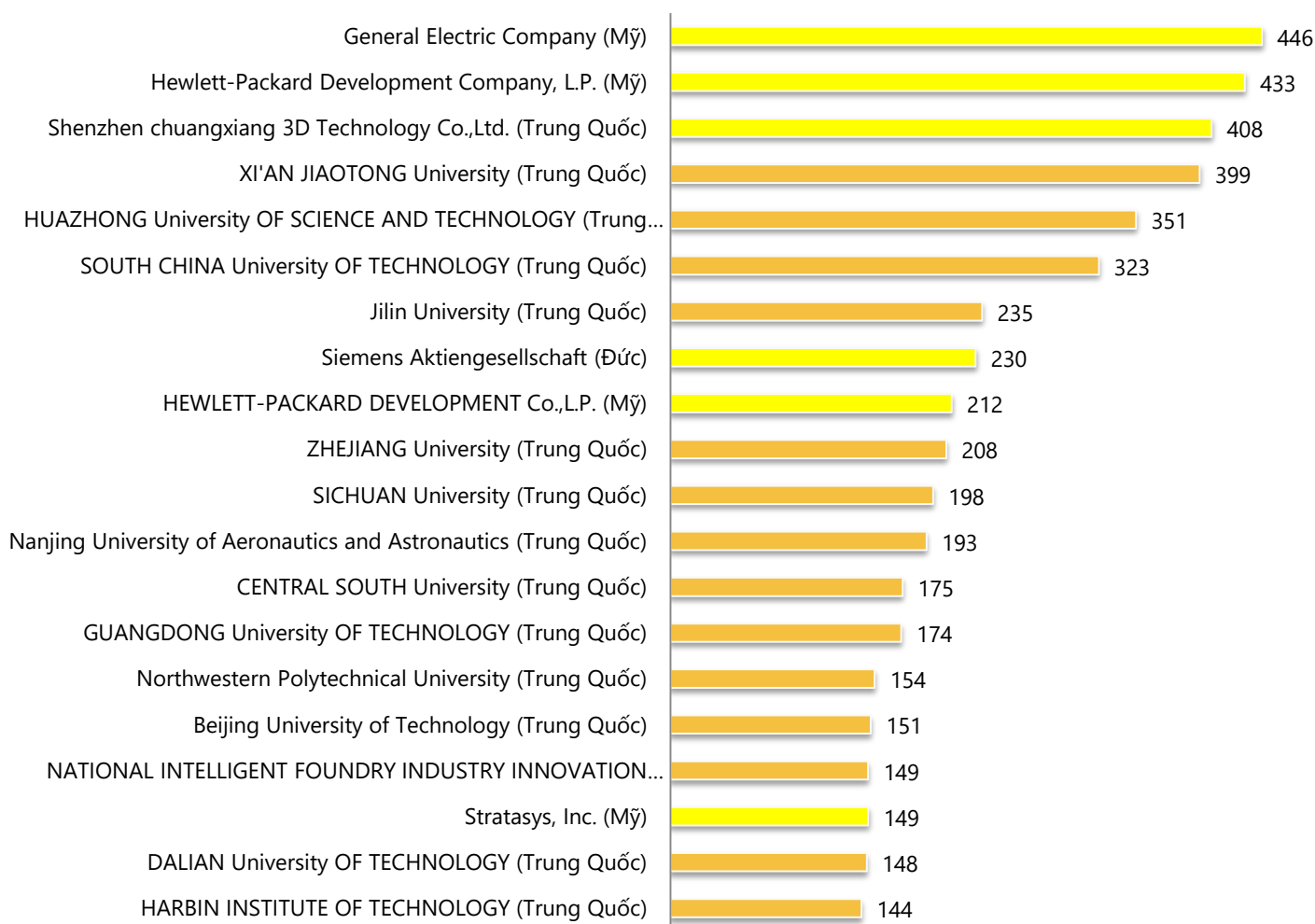
Sáng chế ứng dụng công nghệ in 3D được đăng ký bảo hộ tại Trung Quốc tập trung ở ba ngành chính là ngành *cơ khí, nhựa* và *sức khỏe/y tế*, khá phù hợp với định hướng phát triển kinh tế của Trung Quốc những năm qua. Tại Mỹ, các nghiên cứu và ứng dụng công nghệ in 3D thiên về ngành *cơ khí, nhựa* và *hàng không vũ trụ/quốc phòng/năng lượng*. Tại một số quốc gia bảo hộ nhiều sáng chế khác, ứng dụng công nghệ in 3D cũng tập trung nhiều trong các lĩnh vực như *cơ khí, nhựa, sức khỏe/y tế* và *hàng không vũ trụ/quốc phòng/năng lượng*.

## 1.4 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về in 3D

### 1.4.1 Các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về in 3D

Trong 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về in 3D, có 15 đơn vị của Trung Quốc, 4 đơn vị của Mỹ, còn một đại diện đến từ Châu Âu là CHLB Đức. Tuy không có nhiều đơn vị sở hữu nhiều sáng chế như Trung Quốc, nhưng 2 đơn vị xếp hàng đầu trong bảng xếp hạng là của Mỹ. Về đặc điểm hoạt động, 6/20 đơn vị này là doanh nghiệp và 14/20 đơn vị thuộc khu vực nghiên cứu, đào tạo (trường đại học).

Có sự khác biệt rất lớn trong các đơn vị sở hữu công nghệ in 3D tại các quốc gia dẫn đầu như Mỹ và Trung Quốc: tất cả các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về công nghệ in 3D ở Mỹ là doanh nghiệp, còn tại Trung Quốc, đa số các sáng chế lại thuộc sở hữu của các trường đại học và trung tâm công nghệ quốc gia.



Hình 17. Các đơn vị sở hữu nhiều công nghệ in 3D trên thế giới

### 1.4.2 Đăng ký bảo hộ của các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế công nghệ in 3D

Đa số các đơn vị sở hữu nhiều sáng chế đều đăng ký bảo hộ ngay tại quốc gia đặt trụ sở chính (số lượng đăng ký sáng chế tại đây luôn chiếm tỉ trọng cao nhất), sau đó mở rộng đăng ký tại các quốc gia khác, ví dụ như Hewlett-Packard Development Company, L.P. (Mỹ) hay General Electric Company (Mỹ). Tuy nhiên cũng có một số đơn vị của Trung Quốc lại chỉ đăng ký bảo hộ tại chính quốc gia của họ, ví dụ như Shenzhen Chuangxiang 3D Technology Co., Ltd., Xi'an Jiaotong University,...

Bảng 1. Đăng ký bảo hộ của Top 20 đơn vị sở hữu nhiều sáng chế về công nghệ in 3D trên thế giới

Tổ chức	Loại tổ chức	Quốc gia/Tổ chức quốc tế					
		Trung Quốc	Hoa Kỳ	Hàn Quốc	Đức	PCT	EPO
Hewlett-Packard Development Company, L.P. (Mỹ)	Doanh nghiệp	212	272	25		127	9
General Electric Company (Mỹ)	Doanh nghiệp		418			9	19
Shenzhen Chuangxiang 3d Technology Co.,Ltd. (Trung Quốc)	Doanh nghiệp	408					
Xi'an Jiaotong University (Trung Quốc)	Viện Trường	399					
Huazhong University Of Science And Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	345	3			2	1
South China University Of Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	321	1			1	
Jilin University (Trung Quốc)	Viện Trường	235					
Siemens Aktiengesellschaft (Đức)	Doanh nghiệp		12	2	87	35	94
Zhejiang University (Trung Quốc)	Viện Trường	206	1			1	
Sichuan University (Trung Quốc)	Viện Trường	197				1	

Nanjing University Of Aeronautics And Astronautics (Trung Quốc)	Viện Trường	192				1	
Central South University (Trung Quốc)	Viện Trường	175					
Guangdong University Of Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	169				5	
Northwestern Polytechnical University (Trung Quốc)	Viện Trường	154					
Beijing University Of Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	150	1				
Stratasys, Inc. (Mỹ)	Doanh nghiệp	38	106	3		1	1
National Intelligent Foundry Industry Innovation Center (Trung Quốc)	Viện Trường	149					
Dalian University Of Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	143	2			3	
Harbin Institute Of Technology (Trung Quốc)	Viện Trường	143	1				
United Technologies Corporation (Mỹ)	Doanh nghiệp		136				2

# PHẦN 2 - CÁC SÁNG CHẾ VỀ CÔNG NGHỆ IN 3D TẠI VIỆT NAM

## 2.1 Các sáng chế được bảo hộ tại Việt Nam

Theo cơ sở dữ liệu WIPO Publish (công bố tại Cục Sở hữu trí tuệ), tính đến ngày 31/12/2022, có 61 tài liệu sáng chế liên quan đến công nghệ in 3D tại Việt Nam. Chủ thể đăng ký sáng chế là người Việt có 9 đơn. Trong đó, 2 đơn đã được cấp bằng bảo hộ độc quyền, 6 đơn đang chờ thẩm định và một đơn bị từ chối. Trong số các sáng chế đã được công bố và đơn chờ thẩm định nội dung, các nhà khoa học Việt Nam đang đi theo hai hướng: nghiên cứu vật liệu in 3D (4); nghiên cứu thiết bị in và các bộ phận liên quan (4). Nhìn chung, các hướng nghiên cứu tại Việt Nam tập trung vào chế tạo vật liệu và các thiết bị in 3D thích hợp theo công nghệ FDM (Fused Deposition Modeling - tạo mẫu lắng đọng nóng chảy). Sau đây là khái quát về một số đơn đăng ký/bằng bảo hộ bằng độc quyền sáng chế về in 3D có chủ thể là người Việt.

### 2.1.1 Về công nghệ in 3D

- **Hệ thống gia cố độ kết dính lớp cho bản in 3D**

Số bằng 1-0026797-000

Chủ bằng: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (Đại học Quốc gia Hà Nội)

Tác giả sáng chế: Nguyễn Anh Tuấn, Bùi Cảnh Minh

Tóm tắt: hệ thống gia cố độ kết dính lớp cho bản in 3D sử dụng các chùm tia laser để làm tăng độ kết dính giữa các lớp in trong quá trình in 3D dạng FDM (Fused Deposition Modeling - tạo mẫu lắng đọng nóng chảy). Bằng cách bố trí 4 đầu phát tia laser cùng với thấu kính hội tụ ở các vị trí xác định, xung quanh đầu đèn FDM, sử dụng hiệu ứng nhiệt của chùm tia laser hội tụ làm nóng chảy cục bộ bề mặt lớp in cũ ngay trước khi đắp thêm lớp in mới vào vị trí đó. Giải pháp đã tăng cường đáng kể độ kết dính giữa các lớp in của bản in 3D dạng FDM, đồng thời, tiết kiệm thời gian sản xuất bản in xuống bằng đúng thời gian in bản mẫu, mà không cần quá trình xử lý sau đó.

Ngoài ra, chi phí sản xuất cũng giảm được đáng kể, do loại bỏ công đoạn xử lý nhiệt sau in và không cần dùng các buồng in kín khí như trong các phương pháp hiện tại.

- **Thiết bị in 3D hai đầu in sử dụng vật liệu in dạng sợi và dạng lỏng để tạo điện cực cho siêu tụ điện**

Số đơn: VN 1-2020-0487

Chủ đơn: Viện Kỹ thuật nhiệt đới (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam)

Tác giả sáng chế: Thái Hoàng, Lê Thế Tâm, Lê Thị Thanh Tâm, Hoàng Trần Dũng, Phan Ngọc Minh, Ngô Thanh Dung, Trần Đại Lâm, Hoàng Thu Hà, Đoàn Thanh Tùng, Hà Minh Nguyệt, Lê Trọng Lư, Đặng Trần Chiến.

Tóm tắt: Thiết bị in 3D bao gồm hai đầu in, có khả năng sử dụng đồng thời vật liệu in dạng sợi và dạng lỏng để chế tạo điện cực cho siêu tụ điện. Đầu in vật liệu lỏng của thiết bị sử dụng hỗn hợp vật liệu in dưới dạng lỏng (mực in). Mực in được đưa vào cơ cấu xylanh-piston có bộ phận gia nhiệt bằng điện, đồng thời, có tích hợp cơ cấu rung siêu âm để gia tăng khả năng phân tán các thành phần trong mực in, sau đó được đẩy ra qua vòi phun, di chuyển phía trên bàn in để tạo thành các đường in trên bàn in. Bàn in được làm nóng (hoặc làm lạnh) bằng điện tùy theo loại dung môi có trong mực in để giúp dung môi bay hơi (hoặc đóng rắn), hình thành lớp vật liệu điện cực trên đế, tạo thành điện cực in. Đầu in vật liệu dạng sợi dùng cơ cấu in theo mô hình lắng đọng nóng chảy (Fused Deposition Modelling - FDM).

- **Máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in**

Số đơn: VN 1-2021-03262

Chủ đơn: Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả sáng chế: Phùng Xuân Lan, Nguyễn Kiên Trung, Đỗ Thọ Trường

Tóm tắt: Máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in để in các vật liệu sinh học, bao gồm: khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp với khung máy in; khung đỡ các đầu in có thể di chuyển tịnh tiến với khối lắp khung đỡ các đầu in theo phương trục Z; các đầu in có thể di chuyển tịnh tiến với khung đỡ các đầu in theo phương trục Z để đơn giản hóa kết cấu các cụm dẫn động các đầu in theo phương trục Z. Các đầu in có thể bố trí ở các phía khác nhau của khung đỡ các đầu in. Ít nhất một đầu in được dẫn động di chuyển tịnh

tiến so với khung đỡ các đầu in nhờ động cơ được lắp cố định với khung đỡ các đầu in. Cụm tay đòn biến chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của đầu in. Máy in có thể sử dụng các đầu in trong một hoặc nhiều đầu in dạng micro van, đầu in dạng xi lanh, đầu in dạng bột, và có thể có thêm đầu in dạng dây.

- **Máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in có cơ cấu dịch chuyển thay đổi đầu in**

Số đơn VN 1-2021-03263

Chủ đơn: Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả sáng chế: Phùng Xuân Lan, Nguyễn Kiên Trung, Đỗ Thọ Trường.

Tóm tắt: Máy in 3D tích hợp nhiều dạng đầu in có cơ cấu dịch chuyển thay đổi đầu in để sử dụng in các vật liệu sinh học, bao gồm: khối lắp khung đỡ các đầu in được lắp với khung máy in; khung đỡ các đầu in có thể di chuyển tịnh tiến với khối lắp khung đỡ các đầu in theo phương trục Z; các đầu in có thể di chuyển tịnh tiến với khung đỡ các đầu in theo phương trục Z để đơn giản hóa kết cấu các cụm dẫn động các đầu in theo phương trục Z. Các đầu in có thể bố trí ở các phía khác nhau của khung đỡ các đầu in. Ít nhất một đầu in được dẫn động di chuyển tịnh tiến so với khung đỡ các đầu in nhờ động cơ được lắp cố định với khung đỡ các đầu in. Cụm tay đòn biến chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của đầu in. Máy in có thể sử dụng các đầu in trong một hoặc nhiều đầu in dạng micro van, đầu in dạng xi lanh, đầu in dạng bột, và có thể có thêm đầu in dạng dây.

### **2.1.2 Về vật liệu in 3D**

- **Phương pháp chế tạo vật liệu cầm máu trên cơ sở collagen từ vảy cá được biến tính hóa học**

Số bằng 1-0034692-000

Chủ bằng: Viện Kỹ thuật nhiệt đới (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam)

Tác giả sáng chế: Thái Hoàng, Hoàng Trần Dũng, Nguyễn Thúy Chinh.

Tóm tắt: là phương pháp chế tạo vật liệu trên cơ sở collagen chiết tách từ vảy cá nước ngọt, được biến tính hóa học để thu sản phẩm. Phương pháp này sử dụng công nghệ in 3D để tạo ra vật liệu trên cơ sở collagen được chiết tách từ vảy cá nước ngọt được biến tính hóa học ở tỷ lệ tối ưu, nhờ đó, tạo ra được vật liệu cầm máu có cấu

trúc đồng đều, có khả năng cầm máu tốt hơn và thời gian đông máu nhanh hơn so với các vật liệu đã biết.

- **Quy trình chế tạo sợi nhựa, sợi composite dùng cho máy in 3D sử dụng mô hình lắng đọng nóng chảy (FDM)**

Số đơn: VN 1-2021-03410

Chủ đơn: Đại học Bách khoa Hà Nội

Tác giả sáng chế: Lê Thái Hùng

Tóm tắt: Quy trình chế tạo sợi nhựa, sợi composite dùng cho máy in 3D theo mô hình lắng đọng nóng chảy (Fused Deposition Modelling - FDM) sử dụng nguyên liệu gồm các loại nhựa nhiệt dẻo. Quy trình gồm các bước: (1) Chuẩn bị nguyên liệu nhựa và sấy nhựa; (2) Trộn và đùn cơ - nhiệt học; và (3) Làm mát - kéo sợi và cuộn sản phẩm sợi nhựa.

Quy trình cho phép sản xuất sợi có kích thước ổn định, nhờ hệ thống làm mát bằng khí và chất lỏng khi sợi nhựa vừa ra khỏi đầu đùn, được kéo bằng hệ đồng tốc (có thể điều chỉnh tốc độ) và cuộn thành sợi nhựa thành phẩm. Sáng chế này khắc phục được các hạn chế và nhược điểm của các giải pháp kỹ thuật trước đây như tình trạng sợi nhựa khi ra khỏi đầu đùn vẫn còn quá dẻo, không ổn định đường kính khi kéo sợi; hay hạn chế khác là chưa đề cập đến việc sấy nhựa và nguyên liệu đầu vào (khiến cho nhựa và nguyên liệu đầu vào bị bám hơi nước có thể gây ra nhiều vấn đề trong quá trình đùn sợi, như tạo lỗ xốp, nổ nhựa), khó xử lý khi tiến hành đùn sợi. Mặt khác, nhờ quy trình này, có thể kiểm soát thành phần cũng như chất lượng sản phẩm sợi nhựa, sợi composite có thể gia cường hoặc thay đổi thành phần nhựa, phục vụ đa dạng nhu cầu về nhựa và sản phẩm nhựa dùng cho máy in 3D FDM. Hơn thế, việc ứng dụng quy trình còn cho phép tái chế nhựa thải, giảm gánh nặng nhựa thải, đem lại giá trị về mặt kinh tế và môi trường.

- **Sợi in 3D từ nhựa polyme(metyl metacrylat) chứa phụ gia hóa dẻo, nano zircon oxit biến tính hữu cơ và quy trình sản xuất các loại sợi in 3D này**

Số đơn: VN 1-2021-02757

Chủ đơn: Viện Kỹ thuật Nhiệt đới (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam)



Tác giả sáng chế: Nguyễn Vũ Giang, Mai Đức Huỳnh, Thái Hoàng, Nguyễn Thị Thu Trang, Nguyễn Thúy Chinh, Đỗ Quang Thắm, Nguyễn Quang Tùng, Trần Hữu Trung, Trần Đại Lâm, Trần Thị Mai, Hoàng Trần Dũng

Tóm tắt: chế tạo các loại sợi dùng cho các máy in 3D sử dụng công nghệ FDM hay công nghệ chế tạo vật thể bằng nấu chảy sợi (FFF). Quy trình chế tạo sợi in 3D bằng phương pháp đùn nóng chảy và kéo sợi từ hỗn hợp của polymethylmetacrylat (PMMA), các phụ gia hóa dẻo (như propylene cacbonat, dioctyl phthalate, dibutyl phthalate) có hoặc không có nano  $ZrO_2$  biến tính hữu cơ, nano  $ZrO_2$  được ghép với polyme (metyl metacrylat). Sợi in 3D chứa phụ gia hóa dẻo theo sáng chế có đặc trưng dẻo dai hơn so với sợi in từ sợi in 3D PMMA đơn thuần. Sợi in 3D chứa  $ZrO_2$  biến tính hữu cơ có tác dụng cản quang tốt và sản phẩm in 3D thu được từ loại sợi này có độ co ngót thấp.

• **Quy trình sản xuất sơn phủ acrylic nhũ tương và hệ sơn thu được từ quy trình này thích hợp làm mực in cho thiết bị in 3D**

Số đơn: VN 1-2021-01672

Chủ đơn: Viện Kỹ thuật nhiệt đới (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam)

Tác giả sáng chế: Nguyễn Vũ Giang, Thái Hoàng, Lê Trọng Lư, Nguyễn Thúy Chinh, Trần Đại Lâm, Hoàng Trần Dũng, Nguyễn Anh Hiệp, Đào Phi Hùng, Đinh Thị Mỹ Bình.

Tóm tắt: quy trình sản xuất nhựa acrylic nhũ tương cho phép phối kết hợp giữa hạt nano  $TiO_2$  biến tính với TMSPM và hạt nano  $SiO_2$  biến tính với TMSPM và nhựa acrylic nhũ tương, phụ gia tạo nên hệ sơn có độ đồng đều và độ nhớt thích hợp làm mực in cho thiết bị in 3D. Hệ sơn thu được dễ dàng làm mực in cho thiết bị in 3D, tạo lớp phủ có khả năng tạo màng nhanh chóng, ổn định, đảm bảo được độ đồng đều, độ dày, độ che phủ, nhưng cũng hạn chế được sự kết tụ của các hạt nano trong nền nhựa, giúp lớp phủ có khả năng bảo vệ vật phủ hiệu quả, có khả năng chống mài mòn và che chắn UV.

## 2.2 Các công nghệ in 3D trong nước sẵn sàng chuyển giao

### 2.2.1 Máy in 3D VINA FDM 2015 và các phần mềm ứng dụng

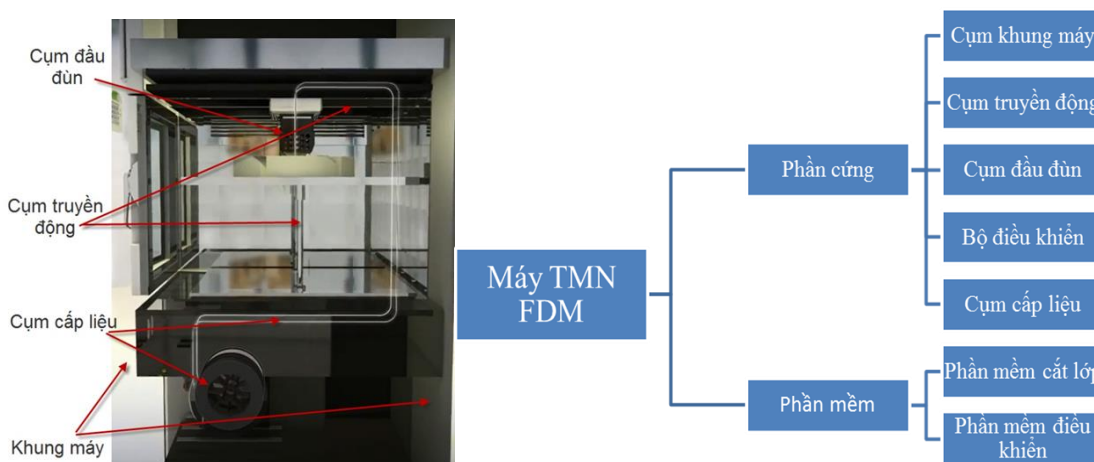
Tác giả: PGS.TS. Thái Thị Thu Hà - Phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống, Trường Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP.HCM).

Nội dung: nghiên cứu và phát triển các thành phần máy in 3D VINA FDM 2015, phần mềm chia lớp cho máy tạo mẫu nhanh FDM và cơ cấu tản nhiệt cho hệ thống cấp liệu đầu đùn của máy tạo mẫu nhanh công nghệ đùn kết dính. Trong đó "*Cơ cấu tản nhiệt cho hệ thống cấp liệu đầu đùn của máy tạo mẫu nhanh công nghệ đùn kết dính*" đã được Cục Sở hữu trí tuệ công nhận đơn sáng chế số 2-2015-00145

#### - Máy in 3D công nghệ FDM (Vina FDM 2015)

Máy in 3D Vina FDM 2015 được chế tạo bao gồm phần cứng và phần mềm. Phần cứng gồm có cụm khung máy, cụm chuyển động, cụm đầu đùn, bộ điều khiển và cụm cấp liệu. Phần mềm gồm các phần mềm cắt lớp và phần mềm điều khiển (Hình 23 và Hình 24).

Máy in 3D Vina FDM 2015 cho phép in mẫu có kích thước đến 270x250x250mm; bề dày lớp có thể điều chỉnh vô cấp trong nhỏ nhất 0,15 mm; bề rộng lớp đùn 0,15 mm; tốc độ đùn vật liệu (1.200 đến 1.800) mm/phút và độ chính xác  $\pm 0,25$  mm.

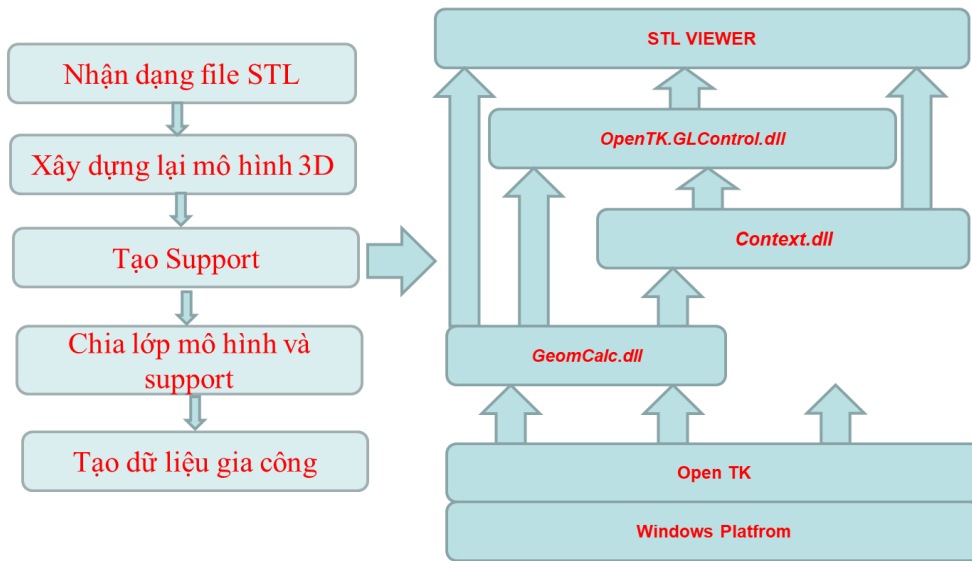


Hình 23 và 24. Máy in 3D FDM Vina 2015 và sơ đồ máy.

#### - Phần mềm cắt lớp và mô phỏng

Phần mềm hoạt động dựa trên nguyên tắc nhận dạng file STL, sau đó thực hiện các bước theo quy trình mô tả tại Hình 25 để tạo ra dữ liệu gia công, sau đó, ra lệnh cho máy in 3D để in sản phẩm.

### CẤU TRÚC PHẦN MỀM



Hình 25. Cấu trúc phần mềm in 3D nhận dạng file STL

Hiện nhóm nghiên cứu đang mời gọi các hỗ trợ, hợp tác của các chuyên gia trong các lĩnh vực để khai thác, mở rộng, cũng như ứng dụng vào phục vụ trong thực tiễn, và luôn sẵn sàng chuyển giao công nghệ cho các đơn vị sản xuất.

### 2.2.2 Ứng dụng in 3D trong công trình xây dựng

Tác giả: PGS.TS. Trần Văn Miền, Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Quốc gia TP.HCM

Nội dung: In bê tông 3D trong xây dựng là quá trình tạo hình vật thể nhanh mà không cần khuôn, với bất kỳ hình dáng nào. Quá trình xây dựng được thực hiện tự động hóa với tốc độ cao, ít lao động, và đặc biệt là loại bỏ đáng kể chất thải trong quá trình xây dựng, hướng đến phát triển xây dựng bền vững, tăng độ an toàn cho công nhân, tăng tốc độ xây dựng và gia tăng tính độc đáo về kiến trúc cho công trình. Các nhà nghiên cứu đã chế tạo ra các loại bê tông phục vụ in 3D để tạo nên các công trình xây dựng.



Hình 26. Mẫu bê tông cốt sợi polypropylene ứng dụng trong xây dựng

### **- Bê tông cốt sợi Polympropylene dùng cho in 3D**

Nhóm nghiên cứu đã thành công trong việc nghiên cứu chế tạo hỗn hợp bê tông dùng cho công nghệ in 3D, sử dụng vật liệu tại chỗ, kết hợp máy in 3D vận hành theo nguyên lý cần trục. Các nguyên liệu chính đã dùng để nghiên cứu bao gồm: xi măng PC50, tro bay loại F, silica fume (SF), sợi Polympropylene (PP), cát, nước, phụ gia điều chỉnh độ nhớt (VMA) và phụ gia siêu hóa dẻo. Kết quả tạo ra sản phẩm bê tông in 3D có ứng suất chảy tĩnh từ 270-700 Pa, độ nhớt 6-12 Pa.s, độ xòe 18-21 cm, độ sụt đo bằng côn mini từ 4-10 cm.

### **- Bê tông dùng cho in 3D sử dụng nhiều loại chất kết dính và cốt liệu khác nhau: lưu biến, co ngót và bám dính giữa các lớp bê tông**

Nghiên cứu xác định vùng lưu biến của bê tông để in 3D thành công và đánh giá co ngót. Nguyên vật liệu sử dụng bao gồm: xi măng PC50, cát sông, nước sạch, phụ gia siêu hóa dẻo, tro bay hàm lượng lớn, silica fume, bột đá vôi và sợi Polypropylene (PP). Các nhà nghiên cứu đã tập trung vào các tính chất của bê tông như: khả năng in, chiều cao in tối đa của cấu kiện bê tông in 3D, thông số lưu biến và co ngót của bê tông. Kết quả cho thấy, bê tông cốt sợi PP có khả năng kháng nứt tốt trong quá trình co ngót, có tính chất cơ học và dẻo dai phù hợp để ứng dụng in 3D các cấu kiện thành mỏng.



Hình 27. Công nghệ bê tông in 3D dùng cho công trình xây dựng cỡ lớn

### **- Bê tông in 3D dùng cho thi công công trình xây dựng**

Nguyên vật liệu sử dụng bao gồm: xi măng PC50, cát sông, nước sạch, phụ gia siêu hóa dẻo, phụ gia điều chỉnh độ nhớt, tro bay loại F, silica fume, sợi phân tán.

Các tính chất của bê tông được tập trung nghiên cứu bao gồm: cấp phối vật liệu phù hợp để in 3D thành công, thông số của quá trình in, thông số lưu biến và co ngót của bê tông.



Hình 28. Một số công trình in 3D và sản phẩm tiêu biểu đã ứng dụng trong thực tế

Dụng cụ, thiết bị dùng cho nghiên cứu: Lưu biến kế (rheometer), máy in bê tông 3D quy mô phòng thí nghiệm, máy in 3D khổ lớn (Giant 3D concrete printer) và thiết bị đo co ngót theo ASTM C1581.

Với kỹ thuật hiện nay, hoàn toàn có thể chế tạo vật liệu bê tông dùng cho công nghệ in 3D và máy in bê tông 3D tại Việt Nam. Thi công xây dựng bằng công nghệ in bê tông 3D sẽ rất phù hợp với những công trình có thiết kế kiến trúc độc đáo. Nhóm nghiên cứu luôn sẵn sàng hợp tác, nghiên cứu, chuyển giao công nghệ với các đơn vị quan tâm về công nghệ in 3D trong xây dựng.

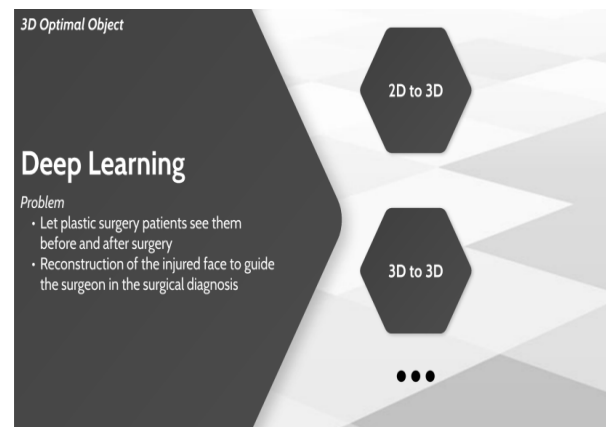
### 2.2.3 Vận dụng công nghệ Deep Learning trong in 3D

Tác giả: GS.TS. Nguyễn Xuân Hùng, Giám đốc Viện Công nghệ Cirtech (Trường Đại học Công nghệ TP.HCM)

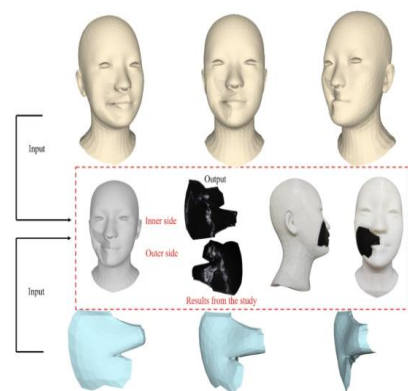
Nội dung: phát triển công nghệ in 3D theo hướng phần mềm dựa trên khả năng học sâu của trí tuệ nhân tạo, để thay thế các kỹ sư thiết kế trong những công việc lập đi lập lại như đưa ra các thông số dữ liệu mẫu và giúp hạn chế chi phí đào tạo trong việc thay đổi nhân sự - các kỹ sư chuyên thiết kế. Tuy nhiên nhóm vẫn nghiên cứu phần cứng để kiểm tra phần mềm và luôn sẵn sàng chuyển giao công nghệ.

Ứng dụng công nghệ Deep Learning trong in 3D của Viện Công nghệ Cirtech đã được cấp bằng sáng chế số US 11603891 B2 ngày 14/3/2023 với tên gọi "*Bidirectional Magneto-Rheological Actuator*" (tạm dịch: *Thiết bị truyền động từ tính lưu biến hai chiều*) do Văn phòng Sáng chế và Nhãn hiệu Hoa Kỳ cấp.

Công nghệ Deep Learning sử dụng trí thông minh nhân tạo để tái tạo dữ liệu, chuyển dữ



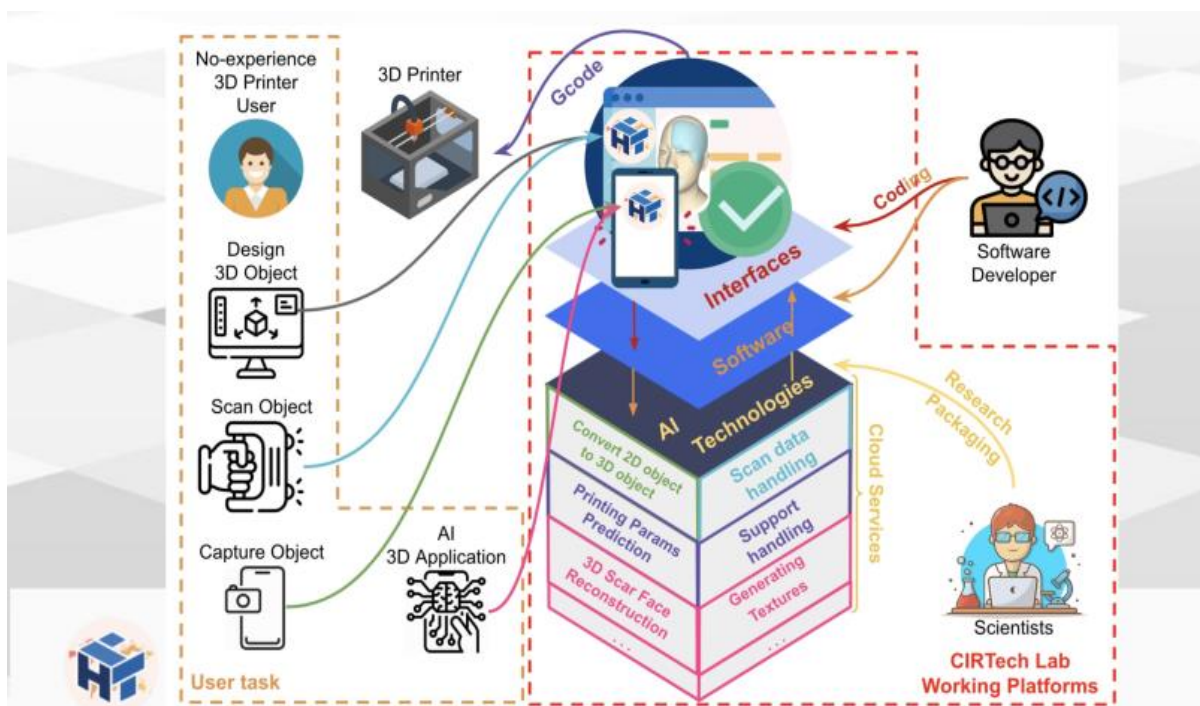
Hình 29. Công nghệ Deep learning tái tạo dữ liệu từ dữ liệu 2D hoặc 3D thành dữ liệu 3D



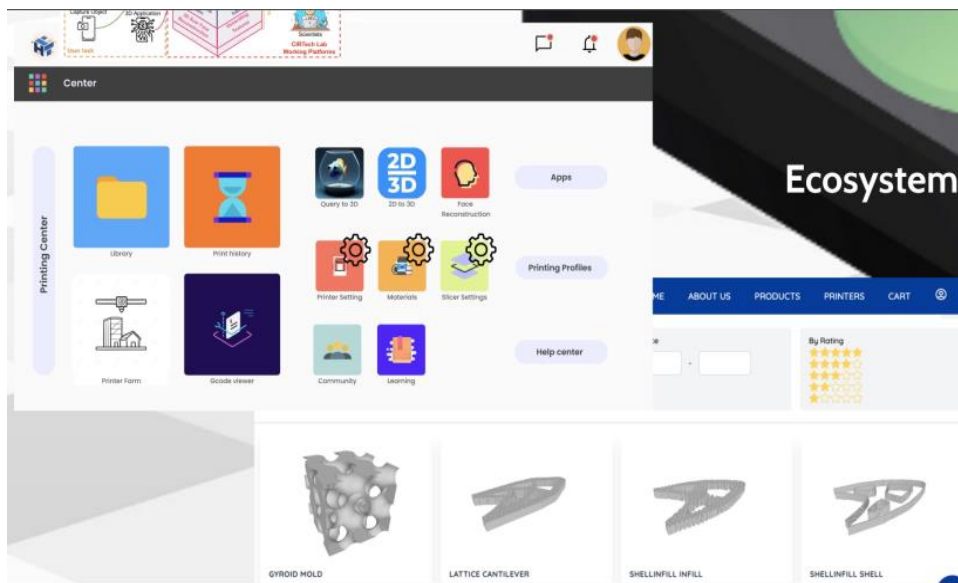
Hình 30. AI hỗ trợ tái tạo dữ liệu phần bù bị thiết do tai nạn trong điều trị

liệu đầu vào từ 2D sang 3D, sau đó chuyển đổi và tối ưu dữ liệu sao cho máy in 3D nhận diện và in ra được sản phẩm từ mô hình 2D. Trí tuệ nhân tạo cũng có thể giúp chuyển dữ liệu từ 3D sang 3D và tính toán thông số phần bù để phục vụ in 3D. Ví dụ, trường hợp bệnh nhân bị mất một phần trên khuôn mặt, công nghệ Deep Learning được nghiên cứu và ứng dụng để tính toán giúp tái tạo dữ liệu khuôn mặt bị mất dưới hình dạng 3D và lưu giữ dữ liệu của bệnh nhân để phẫu thuật khuôn mặt. Nhóm nghiên cứu đã phát triển công cụ trí tuệ nhân tạo tính phần bù để tái tạo phần bị thiếu và tối ưu hóa mật độ rỗng cho cấu kiện (sản phẩm cần in 3D) cho đến khi cường độ chịu lực phù hợp với yêu cầu. Ngoài ra, trí tuệ nhân tạo còn giúp tối ưu hóa biên dạng của vật liệu, tính toán tất cả thông số thay cho các kỹ sư lành nghề. Nhờ trí tuệ nhân tạo, máy in sẽ quyết định việc sử dụng các thông số tối ưu để in ra mẫu tốt nhất.

Hiện nay, nhóm nghiên cứu đang xây dựng platform (bao gồm hệ dữ liệu, hệ dữ liệu trí tuệ nhân tạo và hệ in) và phát triển các ứng dụng. Các đơn vị có thể tích hợp dữ liệu trên ứng dụng để xây dựng bộ dữ liệu chung (Hình 31,32)



Hình 31. Mô hình platform chi tiết sử dụng công nghệ Deep Learning



Hình 32. Các cơ sở dữ liệu Platform và ứng dụng

Hệ thống này cho phép cả những người chưa có kinh nghiệm cũng có thể trải nghiệm in 3D một cách dễ dàng. Hệ thống in được tích hợp với phòng Lab và được tối ưu hóa quá trình in tự động, giúp những người không am hiểu về công nghệ in 3D cũng có thể thao tác in 3D tại nhà.

Hiện Viện Công nghệ Cirtech có hệ sinh thái khép kín với hoạt động thương mại hóa và chuyển giao tri thức. Các nhà khoa học tại đây rất quan tâm, mong muốn và sẵn sàng hợp tác đa bên, đa ngành để nghiên cứu, phát triển và chuyển giao công nghệ in 3D.

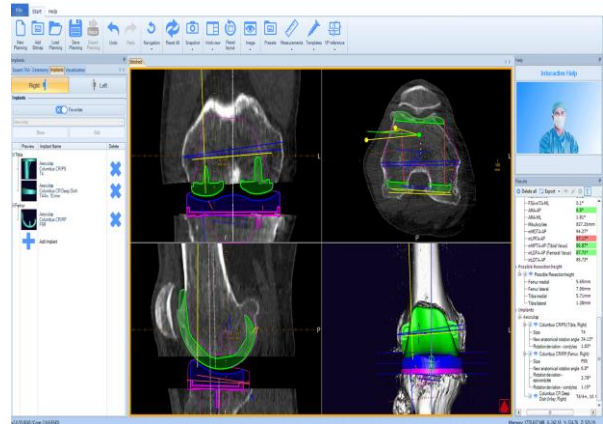
#### 2.2.4 Ứng dụng công nghệ in 3D trong y học

Tác giả: GS.TS.BS Trần Trung Dũng, Giám đốc Trung tâm Chấn thương chỉnh hình và Y học thể thao Vinmec; Trưởng bộ môn Chấn thương chỉnh hình; Giám đốc Trung tâm công nghệ 3D trong Y học (Đại học VinUniversity).

Nội dung: in 3D có ứng dụng rất đa dạng trong phẫu thuật chỉnh hình, phẫu thuật thần kinh và gần nhất là phẫu thuật về tim mạch. Dựa vào các tính toán trên phần mềm, công nghệ in 3D giúp phẫu thuật đạt mức độ chính xác cao; in các mô hình thực nghiệm, phẫu thuật trên các mô hình đó và tính toán các mô hình cắt khối u. Ở mức cao hơn, in 3D cho phép in ra các trợ cụ dẫn đường phẫu thuật và cao hơn nữa là in ra các phần thay thế (như xương nhân tạo, khớp nhân tạo, đinh nẹp vít,...) theo thông số phẫu thuật của bệnh nhân để đạt lượng tối ưu trong giải phẫu. Cấp độ cao nhất để ứng dụng vật liệu bio 3D (vật liệu y sinh) để in các bộ phận cơ thể.

### - Nghiên cứu và phát triển một số ứng dụng

Nhóm nghiên cứu đã phát triển một số ứng dụng chính như: chẩn đoán các loại bệnh khó và phức tạp (ví dụ như đối với ung thư, các dị tật bẩm sinh và các bất thường sau chấn thương), lập kế hoạch phẫu thuật (cho các ca thường quy và các ca phức tạp đòi hỏi độ chính xác của phẫu thuật rất cao), phẫu thuật thực nghiệm trên các mô hình và kiểm chuẩn sản phẩm in 3D (in ra các sản phẩm dẫn đường phẫu thuật in 3D).



Hình 33. Phần mềm lên kế hoạch trước mổ:  
Medi CAD

### - Thiết kế và chế tạo thiết bị định vị phẫu thuật in 3D cá thể hóa PSI

Thiết bị định vị phẫu thuật in 3D PSI đã được nhóm nghiên cứu thành công và hoàn thiện về thiết kế, đang đăng ký bản quyền. Thiết bị hỗ trợ thay khớp gối và thay khớp háng (Hình 34,35) đã hoàn thiện thiết kế để ứng dụng vào phẫu thuật.

Thiết bị dẫn đường phẫu thuật cá nhân hóa theo thông số của bệnh nhân ở nước ngoài có chi phí cao rơi vào khoảng 3.000-5.000 USD cho một bộ trợ cụ và mất 3-5 tuần sản xuất. Với các thiết bị dẫn đường thay khớp gối và khớp háng cho phẫu thuật thường quy của nhóm nghiên cứu chế tạo, thời gian in chỉ mất khoảng 3 ngày, từ khi nhận được thông số của bệnh nhân, và mức chi phí chỉ khoảng 10 triệu (một bộ trợ cụ).



Hình 34,35. Thiết bị hướng dẫn phẫu thuật cá thể hóa (PSI)



Trong thời gian tới, nhóm sẽ thiết kế và chế tạo thiết bị cấy ghép implant 3D, với vật liệu là hợp kim titan và vật liệu Peek. Một số kết quả trong quá trình nghiên cứu và phát triển giúp lưu trữ dữ liệu hình ảnh CT-scan và MRI bệnh nhân lâu dài, phục vụ nghiên cứu (nhân trắc học, bệnh học, cơ sinh học, chế tạo sản phẩm,...), giảm tối đa tỷ lệ biến chứng so với các sản phẩm sản xuất hàng loạt từ các chỉ số của người Mỹ, Châu Âu.

Nhóm nghiên cứu rất mong được giao lưu, hợp tác nghiên cứu với các chuyên gia khác trong nghiên cứu công nghệ in 3D trong y học và các lĩnh vực khác.

### **2.2.5 Ứng dụng công nghệ in 3D trong điều trị chấn thương, chỉnh hình**

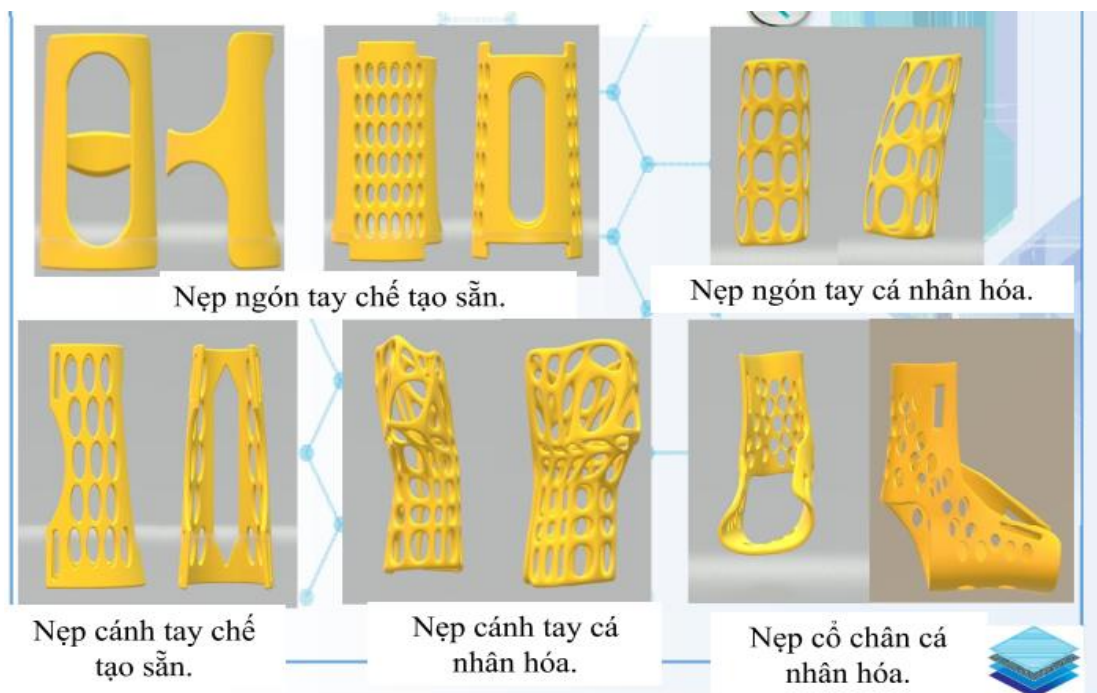
Tác giả: ThS. Huỳnh Hữu Nghị, Trưởng PTN CAD/CAM và in 3D, Khoa Cơ Khí - Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM.

Nội dung: ứng dụng công nghệ in 3D trong chấn thương, chỉnh hình hiện nay rất đa dạng, đặc biệt là trong sản xuất các dụng cụ hỗ trợ điều trị (như nẹp chỉnh hình chân, nẹp ngón tay, nẹp hỗ trợ điều trị chấn thương, nẹp điều trị ở cổ cẳng tay,...), hơn thế, có thể ứng dụng khá nhiều công nghệ (như FDM, SLA, SLS) vào sản xuất các loại dụng cụ hỗ trợ điều trị này.

Mỗi dụng cụ có mục đích khác nhau, ví dụ như để duy trì, điều chỉnh một đoạn cơ thể; hỗ trợ hoặc chống lại chuyển động của khớp trong dáng đi của bệnh nhân; giảm bớt hoặc phân phối các lực chịu trọng lượng ở các cơ; bảo vệ khỏi các kích thích và tác động bên ngoài; phục hồi khả năng vận động, giảm thiểu nguy cơ dị tật,...

Một số lợi ích khi sử dụng các loại nẹp in 3D trong chấn thương chỉnh hình là tính cá nhân hóa, trọng lượng nhẹ hơn, chống được dị ứng so với phương pháp truyền thống. Khi ứng dụng công nghệ 3D vào sản xuất các dạng nẹp để hỗ trợ phục hồi cho bệnh nhân sẽ đơn giản và nhanh chóng hơn. Về vật liệu thì có độ tương thích và an toàn cao cho người bệnh.

Nhóm nghiên cứu đã xây dựng được các quy trình thiết kế nẹp hỗ trợ, bao gồm quy trình tối ưu hóa cấu trúc nẹp và quy trình mô phỏng kiểm tra độ bền của sản phẩm. Một số sản phẩm đã được thực hiện tại Phòng thí nghiệm CAD/CAM (Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM) tham khảo ở Hình 36.



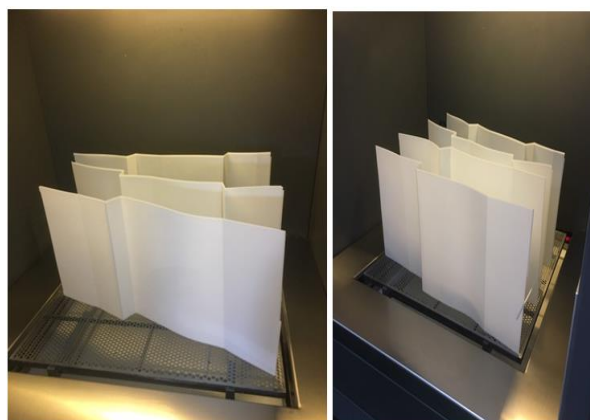
Hình 36. Sản phẩm in 3D trong điều trị chấn thương chỉnh hình

Hiện nhóm nghiên cứu mong muốn phối hợp nghiên cứu với các chuyên gia trong ngành y, cũng như cần hợp tác với các đơn vị sản xuất, các bệnh viện để sản xuất và ứng dụng sản phẩm vào thực tiễn, hỗ trợ công tác điều trị cho bệnh nhân.

### 2.2.6 Nghiên cứu ứng dụng in 3D trong chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ hoạt động trong vùng nước thủy nội địa Việt Nam

Tác giả: TS. Đỗ Hùng Chiến, Phó Viện trưởng Viện Hàng hải - Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM

Nội dung: nhóm nghiên cứu sử dụng vật liệu composite để chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ. Để tối ưu tiến độ thi công và cân bằng giá thành sản phẩm, nhóm đã phối hợp 2 công nghệ FDM và SLA để chế tạo: những khu vực bề góc phức tạp sẽ sử dụng công nghệ in SLA để đạt độ chính xác cao; những khu vực như tấm mạn, tấm vách lái của vỏ tàu sẽ sử dụng công nghệ FDM để in.



Hình 37: Sản phẩm sau khi được in 3D bằng công nghệ SLA

Từ bản vẽ thiết kế 3D vỏ tàu, nhóm nghiên cứu sử dụng phần mềm thiết kế in 3D chuyên dụng Material Magic để thiết kế phân chia khổ in 3D phù hợp với khổ in lớn nhất của máy in. Phần mềm này sẽ biên tập ra tệp tin STL phù hợp với ngôn ngữ máy in 3D và tính toán được khối lượng vật tư thi công.

Sau khi in các miếng ghép từ máy SLA (Hình 37), nhóm tiến hành lắp ghép trên cơ sở kết cấu bộ đỡ khuôn dương chế tạo từ công nghệ cắt laser, hoàn thành sản phẩm vỏ tàu cỡ nhỏ (Hình 38).



Hình 38. Quy trình chế tạo vỏ tàu theo công nghệ in 3D

Khả năng áp dụng của công nghệ còn chưa cao, do kích thước máy in 3D còn hạn chế (năm 2019), nên phải lắp ghép nhiều phần nhỏ vào mô hình lớn, dẫn tới sai số và mất thêm thời gian đánh bóng, xử lý bề mặt. Sắp tới, khi kích thước của máy in 3D khổ lớn được mở rộng, triển vọng áp dụng ở quy mô công nghiệp là khả thi.

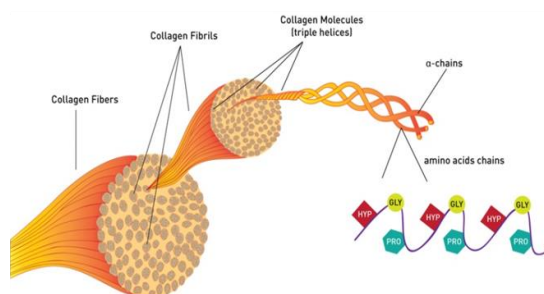
Sản phẩm được chế tạo dựa trên công nghệ in 3D phối hợp, đáp ứng các yêu cầu thực tế về thiết kế và chế tạo tàu cỡ nhỏ trong vùng thủy nội địa Việt Nam. Với định hướng phát triển giao thông xanh, giảm phát thải nhà kính, có thể kết hợp công nghệ tàu nhỏ chạy pin như ô tô điện, sẽ là hướng đi mạnh mẽ, đầy tiềm năng cho du lịch thủy nội địa.

### 2.2.7 Chế tạo vật liệu cầm máu sử dụng cho máy in 3D

Tác giả: TS. Nguyễn Thúy Chinh, Nghiên cứu viên chính - Viện Kỹ thuật Nhiệt đới (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam)

Nội dung: nghiên cứu chế tạo các vật liệu sinh học có khả năng cầm máu và chữa lành vết thương trên cơ sở sợi collagen được trích ly từ vảy cá. Vật liệu này được sử dụng cho máy in 3D để in các sản phẩm cầm máu, cụ thể là ứng dụng in miếng cầm máu collagen. Ưu điểm của miếng cầm máu collagen là khả năng cầm máu nhanh, phản ứng mô thấp và hấp thu nhanh, ngoài ra phần dư thừa miếng dán không gây ra sự tái chảy máu. Kết quả nghiên cứu cho thấy tiềm năng ứng dụng của vật liệu sinh học này trong lĩnh vực y sinh và dược học, được Cục Sở hữu trí tuệ cấp bằng sáng chế số 34692, ngày 14/12/2022, tên gọi "*Phương pháp chế tạo vật liệu cầm máu trên cơ sở collagen từ vảy cá được biến tính hóa học*".

Collagen có thể được biến tính hóa học hoặc vật lý để tăng khả năng bám dính với bề mặt chảy máu tốt hơn và thời gian cầm máu nhanh hơn đáng kể so với collagen không biến tính. Các vật liệu được chế tạo chủ yếu bằng phương pháp dung dịch bốc hơi dung môi hoặc kết hợp với phương pháp đông khô. Trong nghiên cứu này, gel collagen được sử dụng như mực in của thiết bị in 3D, trong đó, collagen được chiết tách từ vảy cá nước ngọt (Hình 39) bằng phương pháp hóa sinh, sau đó được biến tính với glutaraldehyde hoặc riboflavin, kết hợp với hoạt chất



Hình 39: Vảy cá được ứng dụng để chiết xuất collagen

ginsenoside Rb1 (chiết tách từ bột củ tam thất). Hỗn hợp ở dạng gel được đưa vào xi lanh làm mực in và được lắp vào thiết bị in 3D.

Để tiến hành in 3D, đầu tiên, mẫu được thiết kế trên phần mềm vẽ 3D (SolidWorks), theo kích thước dự kiến, sau đó được chuyển sang định dạng .STL và được tính toán tạo tập lệnh G-code trên phần mềm KISSlicer, nhiệt độ bàn in là nhiệt độ phòng. Tập lệnh sau thiết kế được chuyển vào thẻ nhớ SD của máy in 3D để tiến hành in. Trong quá trình in, máy in đẩy hỗn hợp "mực in" (là collagen) trong xi lanh để phủ lên để in. Sau khi hoàn thành một lượt in, máy in có thể được điều khiển để in lượt sau (phủ lên lượt trước) để tạo độ dày cần thiết cho sản phẩm. Các màng vật liệu sau khi in được để khô tự nhiên (Hình 40).



Hình 40: Ứng dụng vật liệu in 3D collagen in 3D miếng dán cầm máu.

Ưu điểm của công nghệ này đó là tiết kiệm được thời gian và nguyên vật liệu. Dung môi sử dụng là nước, nên khi để khô tự nhiên, sản phẩm sẽ không phát thải dung môi độc hại ra môi trường. Hơn nữa, hình dạng của sản phẩm (hình chữ nhật, hình vuông, hình tròn, hình thoi, hình tam giác,...) có thể dễ dàng thiết kế bằng phần mềm. Điều này rất thuận lợi cho việc ứng dụng sản phẩm lên các vết thương bị chảy máu khác nhau. Ngoài ra, khi sử dụng công nghệ in 3D, chiều dày của màng cũng được kiểm soát thông qua số lớp in, do đó, tăng tính ổn định và tính chính xác cho sản phẩm. Kết quả thử nghiệm trên chuột, vật liệu cầm máu được chế tạo bằng công nghệ in 3D có thời gian cầm máu chỉ 120 giây, hiệu quả giúp vết thương lành nhanh hơn so với mẫu đối chứng (mẫu URGO thông thường). Mặc dù hiện nay vật liệu cầm máu collagen mới chỉ được sản xuất ở quy mô phòng thí nghiệm (do công suất thiết kế của máy in 3D còn hạn chế), tuy nhiên, nếu có đầu tư về dây chuyền, thiết bị thích hợp, có thể sản xuất ra các vật liệu cầm máu collagen vi sợi ở quy mô lớn hơn (pilot, công nghiệp).

Nhóm nghiên cứu đang rất mong có sự hợp tác với các anh nghiệp dược phẩm, doanh nghiệp trong lĩnh vực sản xuất vật tư, y tế để phát triển sản phẩm cầm máu collagen vi sợi theo bằng sáng chế đã nêu. Nhóm sẵn sàng hợp tác nghiên cứu hoàn thiện công nghệ ở quy mô pilot hay quy mô công nghiệp, từ đó, có thể chuyển giao công nghệ cho các doanh nghiệp có nhu cầu.

# PHẦN 3 - KẾT LUẬN

## 3.1 Về xu hướng phát triển công nghệ in 3D trên thế giới

Sáng chế đầu tiên đề cập đến công nghệ in 3D là máy in 3D theo phương pháp tạo hình lập thể SLA (stereolithography apparatus) năm 1984, do Charles W. Hull nộp đơn và được công nhận năm 1986. Giai đoạn 1984-1999, nghiên cứu công nghệ in 3D chưa được quan tâm nhiều, trung bình hàng năm khoảng 16 sáng chế. Từ năm 2000-2009 số lượng sáng chế in 3D được quan tâm nhiều hơn và có xu hướng tăng, trung bình có 45 sáng chế/năm. Giai đoạn 2010-2020 là giai đoạn công nghệ in 3D phát triển mạnh mẽ nhất với số lượng sáng chế hàng năm tăng trưởng nhanh chóng; năm 2010 có 88 sáng chế về công nghệ in 3D được công bố và tăng vọt đến hơn 10.000 sáng chế năm 2020. Từ năm 2021, do bị ảnh hưởng của dịch Covid 19 nên hoạt động nghiên cứu ứng dụng công nghệ in 3D có xu hướng giảm và chưa có dấu hiệu phục hồi.

Xét theo các quốc gia và tổ chức bảo hộ trên thế giới, Trung Quốc là nước bảo hộ sáng chế công nghệ in 3D nhiều nhất. Kế đến là Mỹ, Hàn Quốc, Đức,...

Theo hướng nghiên cứu về quy trình in 3D, quy trình in vật liệu nhựa dẻo, ép đùn vật liệu, lắng đọng năng lượng trực tiếp đang là 3 quy trình có nhiều sáng chế được bảo hộ nhất. Các quy trình kỹ thuật in 3D chỉ bắt đầu tăng trưởng nhanh từ năm 2014 và kéo dài ổn định đến khoảng năm 2019-2020 thì bắt đầu có xu hướng giảm.

Hướng nghiên cứu về công nghệ in 3D, công nghệ bồi đắp bằng tia điện tử (EBAM) đang là công nghệ được đăng ký bảo hộ nhiều nhất. Kế đến là công nghệ SLS, SLA. Các công nghệ in 3D hiện nay được hình thành dựa trên các quy trình kỹ thuật in nhựa dẻo, ép đùn, sử dụng tia laser,... Trong đó, ứng dụng tia điện tử đang có xu hướng nghiên cứu nhiều nhất trong ngành in 3D, kế đến là sử dụng tia laser.

Hướng nghiên cứu và ứng dụng vật liệu in 3D, nhóm vật liệu tổng hợp gồm (resin, polymer, composite, vật liệu hỗn hợp khác...) đang có số lượng sáng chế bảo hộ nhiều nhất, kế đến là vật liệu kim loại. Tại Trung Quốc, vật liệu kim loại được bảo hộ nhiều nhất kế đến là nhóm nhựa polymer và nhựa composite. Còn tại Mỹ, nhóm vật liệu được bảo hộ nhiều nhất là nhóm nhựa polymer, tiếp đến là nhóm vật liệu kim loại và nhựa resin.

Theo hướng ứng dụng công nghệ in 3D trong thực tiễn, ứng dụng vào ngành cơ khí đang đang được quan tâm và ứng dụng nhiều nhất, kể đến là ứng dụng vào ngành nhựa và lĩnh vực sức khỏe/y tế. Ngoài ra, ứng dụng công nghệ in 3D vào ngành hàng không vũ trụ/năng lượng/an ninh quốc phòng cũng ngày càng được quan tâm nhiều hơn.

Sở hữu nhiều sáng chế nhất hiện nay là các doanh nghiệp như General Electric Company (Mỹ), Hewlett-Packard Development Company, L.P. (Mỹ), Shenzhen Chuangxiang 3D Technology Co., Ltd. (Trung Quốc). Ngoài ra các viện, trường của Trung Quốc cũng sở hữu nhiều sáng chế in 3D, ví dụ như: Xi'an Jiaotong University (Trung Quốc), Huazhong University Of Science And Technology (Trung Quốc), South China University Of Technology (Trung Quốc), Jilin University (Trung Quốc)...

### **3.2 Tình hình nghiên cứu, ứng dụng công nghệ in 3D tại Việt Nam**

Công nghệ in 3D là xu hướng sản xuất trong tương lai với nhiều ưu điểm vượt trội khi hạn chế được rất nhiều vật liệu thừa trong quá trình sản xuất và ít gây ô nhiễm môi trường. Hiện nay công nghệ in 3D đã được ứng dụng vào Việt Nam trong các ngành nghề như y tế, sản xuất, xây dựng...

Theo cơ sở dữ liệu của Cục Sở hữu trí tuệ, tính đến ngày 31/12/2022 có 61 tài liệu sáng chế đề cập đến công nghệ in 3D tại Việt Nam. Chủ thể đăng ký sáng chế là người Việt có 9 đơn đăng ký bảo hộ, chủ đơn là các viện nghiên cứu, trường đại học của Việt Nam (Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội, Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Đại học Bách Khoa Hà Nội).

Bên cạnh các sáng chế, còn có khá nhiều công trình nghiên cứu của các viện, các trường đại học và doanh nghiệp công nghệ. Trong những năm tới, công nghệ in 3D dự báo sẽ còn tiếp tục được nghiên cứu và ứng dụng nhiều hơn.

Tại Hội thảo "*Công nghệ in 3D và một số ứng dụng trong thực tiễn*", được Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN TP.HCM tổ chức vào ngày 23/5/2023, một số nội dung liên quan đến công nghệ in 3D và ứng dụng trong thực tiễn đã được giới thiệu:

- Nhóm nghiên cứu của Phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống đã chế tạo được máy in 3D sử dụng công nghệ FDM (VINA FDM 2015), bao gồm cả phần cứng và phần mềm. Trong đó, phần cứng gồm các cấu phần như: Cụm khung máy, cụm chuyển động, cụm đầu đùn, bộ điều khiển và cụm cấp liệu.

Phần mềm có vai trò rất quan trọng trong việc vận hành máy theo các yêu cầu của người điều khiển. Các nhà khoa học tại Phòng thí nghiệm đã xây dựng được hai phần mềm sử dụng cho máy là phần mềm cắt lớp và phần mềm điều khiển. Các sản phẩm "*Phần mềm chia lớp cho máy tạo mẫu nhanh FDM*" và "*Cơ cấu tản nhiệt cho hệ thống cấp liệu đầu đùn của máy tạo mẫu nhanh công nghệ đùn kết dính*" đã được Cục Sở hữu trí tuệ (Bộ Khoa học và Công nghệ) công nhận bảo hộ quyền sở hữu (sáng chế).

Hiện nhóm nghiên cứu của Phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống có một số định hướng phát triển như: hoàn chỉnh thiết bị trước khi chuyển giao, ứng dụng vào việc phát triển sản phẩm cho các doanh nghiệp; tiếp tục nghiên cứu vật liệu và các thông số công nghệ để có thể tạo trực tiếp ra sản phẩm sử dụng trong các thiết bị cơ khí và mở rộng hướng khai thác, sử dụng vật liệu kim loại để in.

Hợp tác nghiên cứu với các chuyên gia, nhà đầu tư, các doanh nghiệp cung ứng thiết bị để hoàn thiện công nghệ và thiết bị hoặc chuyển giao công nghệ in 3D là những kỳ vọng hiện nay của Phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống.

- Với nghiên cứu "*Ứng dụng in 3D trong công trình xây dựng*", Trường Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP.HCM) đã cho thấy, việc in bê tông 3D trong xây dựng là quá trình tạo hình các vật thể công trình ba chiều bằng cách đắp chồng các lớp vật liệu bê tông lên nhau, kiểm soát bằng máy tính. Quá trình này có tạo ra vật thể với bất kỳ hình dáng nào, và nhanh, không cần khuôn. Quá trình xây dựng được thực hiện tự động hóa với tốc độ cao, ít lao động, và đặc biệt là giảm thiểu đáng kể chất thải vật liệu trong quá trình xây dựng, do thi công công trình không cần ván khuôn. Công nghệ bê tông in 3D dùng cho ngành xây dựng là một xu hướng công nghệ hướng đến phát triển xây dựng bền vững khi có thể giảm được đáng kể chất thải xây dựng, giảm nhân công lao động, tăng độ an toàn làm việc cho công nhân, tăng tốc độ xây dựng và gia tăng tính độc đáo về kiến trúc cho công trình.

Nghiên cứu công nghệ in 3D bê tông ứng dụng cho xây dựng công trình là hướng nghiên cứu rất mới ở Việt Nam. Năm 2019, nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Bách Khoa (Đại học Quốc gia TP.HCM) đã bắt đầu nghiên cứu chế tạo hỗn hợp bê tông dùng cho công nghệ in 3D, sử dụng vật liệu tại chỗ, kết hợp máy in 3D vận



hành theo nguyên lý cần trục. Các nguyên liệu chính sử dụng trong nghiên cứu gồm có: xi măng PC50, tro bay loại F, silica fume (SF), sợi Polypropylene (PP), cát (C), nước, phụ gia điều chỉnh độ nhớt (VMA) và phụ gia siêu dẻo.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, hỗn hợp bê tông in 3D thành công khi có ứng suất chảy tĩnh từ 270-700 Pa, độ nhớt từ 6-12 Pa.s, độ xòe 18-21 cm, độ sụt đo bằng côn mini từ 4-10 cm. Các cấp phối bê tông với khoảng lưu biến phù hợp nêu trên đã được sử dụng để thi công in 3D thành công hai công trình xây dựng: Công trình 1 có quy mô rộng 14x5x4m (DxRxH), hoàn thành trong vòng 68 giờ. Công trình 2 có quy mô 15x8,5x3,8m, hoàn thành in 3D trong vòng 192 giờ.

- Phòng thí nghiệm CAD/CAM và in 3D, Khoa Cơ Khí (Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM) đã ứng dụng công nghệ in 3D trong điều trị chấn thương, chỉnh hình. Có thể ứng dụng nhiều công nghệ in 3D (như FDM, SLA, SLS) trong việc sản xuất các dụng cụ hỗ trợ điều trị, chỉnh hình, nhiều nhất là nhằm hỗ trợ chỉnh hình chân, nẹp ngón tay, nẹp hỗ trợ điều trị chấn thương, nẹp điều trị cổ, cẳng tay,... Mỗi loại dụng cụ có mục đích sử dụng khác nhau, ví dụ như để duy trì, điều chỉnh độ thẳng của một khu vực cơ thể của bệnh nhân; hỗ trợ hoặc chống lại chuyển động của khớp trong khi đi của bệnh nhân; giảm bớt hoặc phân phối các lực chịu trọng lượng ở các cơ, bảo vệ khỏi các kích thích và tác động bên ngoài; phục hồi khả năng vận động, giảm thiểu nguy cơ dị tật,...

Thị trường thiết bị chỉnh hình được dự báo tăng trưởng đến 9 tỷ USD vào năm 2026 và chủ yếu tập trung vào hệ thống thiết bị, vật liệu và dụng cụ khác. Trong thống kê của Trung tâm Chỉnh hình và Chân tay giả của Đại học Michigan thì trong nhóm dụng cụ thay thế và chấn thương chỉnh hình, tập trung vào hai nhóm chính là nẹp AFO và nẹp FO. Lợi ích khi sử dụng các loại nẹp trong chấn thương chỉnh hình là đảm bảo tính cá nhân hóa, trọng lượng nhẹ hơn và chống được dị ứng so với phương pháp truyền thống. Khi ứng dụng công nghệ 3D vào sản xuất các dạng nẹp để hỗ trợ phục hồi cho bệnh nhân sẽ đơn giản và nhanh chóng hơn. Về vật liệu thì có độ tương thích và an toàn cao cho người bệnh.

- Viện công nghệ Cirtech (Trường Đại học Công nghệ TP.HCM) đã thành công trong nghiên cứu và "*Vận dụng công nghệ Deep Learning trong công nghệ in 3D*". Với công nghệ học sâu (Deep Learning), có thể sử dụng AI để thực hiện những tác

nghiệp lặp đi lặp lại (ví dụ như đưa ra các thông số dữ liệu mẫu) thay cho các kỹ sư thiết kế, giúp giảm bớt chi phí đào tạo, nhất là khi có sự biến động về nhân sự là các kỹ sư thiết kế. Công nghệ Deep Learning trong công nghệ in 3D của nhóm đã được Văn phòng Sáng chế và Nhãn hiệu Hoa Kỳ cấp bằng sáng chế số US11.603.891 B2 ngày 14/3/2023 về "*Thiết bị truyền động từ tính lưu biến hai chiều*". Hiện tại nhóm ưu tiên tập trung phát triển phần phần lõi hệ thống (core), hộp đen (bao gồm trí tuệ nhân tạo và các công cụ tính toán kỹ thuật bên trong). Tuy nhiên, nhóm vẫn nghiên cứu phần cứng để kiểm tra phần mềm và luôn sẵn sàng chuyển giao công nghệ để nhân bản phần cứng và hợp tác chuyển giao.

Viện Cirtech có hệ sinh thái khép kín, với hoạt động thương mại hóa và chuyển giao tri thức; sẵn sàng hợp tác đa bên, đa ngành để nghiên cứu và phát triển công nghệ in 3D phục vụ chuyển giao.

- Đại học VinUniversity với "*Vai trò của công nghệ in 3D trong y học*" đã cho thấy, xu hướng điều trị, chẩn đoán trong y học hiện nay là xu hướng P4 (Predict, Prevent, Participate và Personalize), tức là 4 vấn đề: Tiên đoán - Dự phòng - Phòng ngừa và Cá thể hóa. Trong đó, quan trọng nhất là việc xem người bệnh là chủ thể tham gia vào quá trình chẩn đoán và điều trị.

Thuộc nhóm y học chính xác, phẫu thuật đang được ứng dụng mạnh mẽ công nghệ in 3D để gia tăng độ chính xác và gia tăng mức độ cá thể hóa. Đối với các phẫu thuật kiểu truyền thống (dựa trên tay nghề, kinh nghiệm của phẫu thuật viên cũng như các trợ cụ-thước ngắm) rất khó đạt được độ chính xác đến phần lẻ của độ (hoặc phần lẻ của đơn vị đo là mm). Với công nghệ in 3D, các hạn chế này giải quyết được thông qua các tính toán trên phần mềm máy tính và cụ thể hóa vào dụng cụ phẫu thuật (gọi là PSI) cho phép phẫu thuật với độ chính xác rất cao và tùy biến cho từng bệnh nhân, nên đang được ứng dụng rất đa dạng trong phẫu thuật hàm mặt, chỉnh hình, thần kinh và gần nhất là phẫu thuật về tim mạch.

Công nghệ in 3D trong phẫu thuật dựa vào các tính toán trên phần mềm, sau đó in ra các mô hình thực nghiệm, tính toán các mô hình cắt khối,... Ở mức cao hơn sẽ in ra các trợ cụ dẫn đường phẫu thuật. Cao hơn nữa là in các thành phần thay thế (như xương nhân tạo, khớp nhân tạo, đinh nẹp vít,...) theo các thông số của bệnh nhân để đạt tối ưu trong giải phẫu. Mức độ cao nhất của ứng dụng công nghệ in 3D

trong y học trên thế giới (tại Việt Nam cũng đã có nghiên cứu) là in 3D vật liệu sinh học. Nhóm nghiên cứu tại VinUniversity đã có nhiều thành quả và kinh nghiệm trong việc chỉnh hình xương, chỉnh trục, ghép sọ công nghệ titan 3D, phẫu thuật nội soi trong xương,... cho bệnh nhân. Các nhà nghiên cứu rất mong muốn được giao lưu, hợp tác nghiên cứu với các chuyên gia khác liên quan đến công nghệ in 3D.

- Viện Hàng hải (Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM) giới thiệu về *"Nghiên cứu ứng dụng in 3D trong chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ hoạt động trong vùng nước thủy nội địa Việt Nam"*, ứng dụng công nghệ SLA để in ra khuôn dương của vỏ tàu, sau đó tạo khuôn âm và đánh bóng, tiến hành làm vỏ composite. Thời điểm thực hiện (năm 2019), máy in 3D có thể sử dụng tại Việt Nam có kích thước còn nhỏ, chưa đủ khả năng in cả con tàu (dài 3,9m) nên phải tiến hành chia nhỏ các thành phần để in và lắp ghép lại. Hiện nay đã có những máy in 3D kích cỡ lớn hơn, cho phép in trực tiếp, việc chế tạo sẽ hoàn thiện hơn.

Việc ứng dụng công nghệ in khuôn 3D trong quá trình thi công chế tạo tàu composite cho thấy thời gian thi công khuôn nhanh hơn so với phương pháp thi công truyền thống từ 2-3 lần. Tiết kiệm chi phí sản xuất và nhân công cho doanh nghiệp trong quá trình thi công chế tạo tàu. Đây là một hướng đi mới cho các doanh nghiệp nhằm áp dụng các công nghệ hiện đại vào quá trình chế tạo thân vỏ tàu composite FRP.

Theo nhóm nghiên cứu, hiện nhu cầu chế tạo tàu cỡ nhỏ hoạt động ven sông, tuyến ngắn (có kích thước đến dưới 12m công suất chở không quá 12 người) nhằm kết hợp với các tuyến du lịch thủy nội địa khu vực TP.HCM và các tỉnh Đông Nam Bộ, Tây Nam Bộ để phát triển du lịch xanh hoặc các tuyến xe bus sông, taxi sông là rất hứa hẹn. Nhóm tác giả mong muốn hợp tác với các tổ chức, cá nhân để đẩy mạnh ứng dụng công nghệ in 3D vào thực tiễn.

- Viện Kỹ thuật Nhiệt đới (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) đã nghiên cứu và ứng dụng thành công *"Công nghệ in 3D trong chế tạo vật liệu y sinh"*, với việc ứng dụng vảy cá chế tạo vật liệu collagen cầm máu có tính ứng dụng trong thực tế cao.

Vật liệu cầm máu bằng collagen có nhiều ưu điểm với khả năng cầm máu nhanh, phản ứng mô thấp, hấp thụ nhanh và phần dư thừa miếng dán không gây ra sự tái chảy máu. Trong phẫu thuật, khi sử dụng vật liệu cầm máu collagen thì thời

gian phẫu thuật giảm được 9 phút so với sử dụng ORC. Sử dụng collagen từ vây cá có nhiều lợi ích: tái chế vật liệu chế biến thủy hải sản, vừa giảm thiểu ô nhiễm môi trường vừa có giá thành rẻ. Collagen từ vây cá tỷ lệ hấp thu cao, có khả năng tương thích sinh học cao, không gây các bệnh truyền nhiễm. Vật liệu cầm máu từ vây cá và công nghệ "*Phương pháp chế tạo vật liệu cầm máu trên cơ sở collagen từ vây cá được biến tính hoá học*" của nhóm nghiên cứu đã được Cục Sở hữu trí tuệ cấp bằng bảo hộ độc quyền. Nhóm nghiên cứu của Viện Kỹ thuật nhiệt đới cũng đã chế tạo thành công thiết bị in 3D vật liệu dạng lỏng theo công nghệ viết mực trực tiếp (Direct Ink Writing - DIW) và phát triển được thiết bị in 3D 2 đầu in, có thể in vật liệu dạng lỏng (công nghệ DIW) và dạng sợi (công nghệ FDM). Hiện nhóm sẵn sàng hợp tác với các công ty dược phẩm, các doanh nghiệp trong lĩnh vực sản xuất vật tư, y tế để phát triển sản phẩm cầm máu collagen vi sợi như đã nêu.

### **3.3 Một số nhận xét, khuyến nghị**

Nhìn chung, các sáng chế, các nghiên cứu về công nghệ in 3D của các nhà khoa học Việt Nam đa phần nghiêng về khai thác công nghệ FDM (cả thiết bị và vật liệu in), các công nghệ khác còn khá ít. Theo các chuyên gia, để phát triển công nghệ in 3D tại Việt Nam cần xem xét một số yếu tố sau:

- Cần có sự hỗ trợ từ phía Chính quyền và các Bộ/Ngành liên quan đến các dự án phát triển công nghệ in 3D và các quy định pháp luật liên quan, ví dụ như quy định về sử dụng vật liệu mới để đưa vào sản xuất thực tiễn (điển hình như tiêu chuẩn cho vỏ tàu bằng vật liệu mới (in 3D); tiêu chuẩn vật liệu, quy trình thi công nghiệm thu công trình xây dựng bằng công nghệ in bê tông 3D,...).
- Cần có nguồn nhân lực nghiên cứu chuyên sâu về công nghệ in 3D; có sự kết nối giữa các chuyên gia trong nước và quốc tế làm việc trong lĩnh vực in 3D để mở rộng việc hợp tác, chia sẻ kinh nghiệm, chia sẻ dữ liệu, để cùng phát triển các lĩnh vực in 3D.
- Cần sự hợp tác với các đơn vị sản xuất và các doanh nghiệp để đưa công nghệ, sản phẩm in 3D ứng dụng vào thực tế.
  - Các hướng nghiên cứu trong nước về in 3D còn khá hạn chế, khi chỉ mới có những nghiên cứu liên quan đến công nghệ FDM, cần có nhiều nghiên cứu hơn về các công nghệ khác.

# PHẦN PHỤ LỤC

## Phụ lục 1

### MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ IN 3D TẠI VIỆT NAM

STT	Tên đề tài
1	Nghiên cứu chế tạo và tính chất điện hóa một số hệ vật liệu lai nano graphen-sulfit kim loại MCo <sub>2</sub> S <sub>4</sub> (M = Ni, Mn và Cu) có cấu trúc xếp định hướng làm điện cực cho siêu tụ điện. CNĐT: GS. TS. Phan Ngọc Minh - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2022)
2	Nghiên cứu sử dụng rô bốt hàn có khí bảo vệ để in 3D các chi tiết kim loại từ quan điểm công nghệ, kinh tế, và môi trường. CNĐT: TS. Lê Văn Thảo - Học viện Kỹ thuật Quân sự (2022)
3	Thiết kế, chế tạo và ứng dụng máy in 3D khổ lớn tích hợp scanner 3D. CNĐT: ThS. Phạm Quốc Phương - Viện Nghiên cứu Điện tử, Tin học, Tự động hoá (2021)
4	Xây dựng bản đồ công nghệ ngành nhựa kỹ thuật và ứng dụng công nghệ in 3D để phát triển ngành tại Việt Nam. CNĐT: ThS. Huỳnh Kim Tước - Sở Khoa học và Công nghệ TP.HCM (2021)
5	Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ in 3D trong thiết kế thời trang. CNĐT: ThS. Nguyễn Thị Thanh Huệ - Trường Đại học Công nghiệp Dệt may Hà Nội (2021)
6	Nghiên cứu ứng dụng in 3D trong chế tạo vỏ tàu cao tốc cỡ nhỏ hoạt động trong vùng nước thủy nội địa Việt Nam. CNĐT: TS. Đỗ Hùng Chiến - Trường Đại học Giao thông vận tải TP.HCM (2020)
7	Nghiên cứu chế tạo giáo cụ trực quan phục vụ giảng dạy STEM bằng công nghệ in 3D. CNĐT: TS. Nguyễn Anh Tuấn - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội (2019)
8	Nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị tạo mẫu nhanh theo phương pháp FDM. CNĐT: PGS.TS. Thái Thị Thu Hà - Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Điều khiển số và Kỹ thuật hệ thống (2015)
9	Máy in vật mẫu 3D. CNĐT: ThS. Hoàng Hoài Nam - Trường Cao đẳng Giao thông Vận tải (2020)
10	Nghiên cứu công nghệ bê tông in 3D dùng cho công trình xây dựng. CNĐT: PGS.TS. Trần Văn Miền - Trường Đại học Bách khoa TP.HCM (2022)

## Phụ lục 2

### MỘT SỐ SÁNG CHẾ VỀ CÔNG NGHỆ IN 3D ĐƯỢC BẢO HỘ TẠI VIỆT NAM

STT	Tên sáng chế (kèm số sáng chế)	Tác giả
1	Hệ thống gia cố độ kết dính lớp cho bản in 3D (VN1-0026797-000)	Bùi Cảnh Minh Nguyễn Anh Tuấn
2	Phương pháp chế tạo vật liệu cầm máu trên cơ sở collagen từ vảy cá được biến tính hóa học (VN1-0034692-000)	Nguyễn Thúy Chinh Thái Hoàng Hoàng Trần Dũng
3	Phương pháp in kết cấu ba chiều bằng hệ thống in (VN1-0033810-000)	Miller Todd W.
4	Khuôn đúc và phương pháp sản xuất khuôn đúc (VN1-0034114-000)	Yasumi Yamamura Ryodai Ito Shimpei Takeda Masao Sonobe Akihiro Suzuki
5	Phương pháp chế tạo composit dạng bột (VN1-0033365-000)	Steege, Adam, T.C.
6	Phương pháp và thiết bị in lên vật phẩm và phương pháp in lên vật phẩm bằng cách dùng mặt nạ ảo (VN1-0033439-000)	Miller, Todd, W.
7	Phương pháp in vật ba chiều lên nền nhờ sử dụng hệ thống in (VN1-0033988-000)	Manville Laurel Miller Todd W.
8	Hệ thống dẫn hướng phẫu thuật nha khoa (VN1-0033012-0000)	De Moyer, Philippe
9	Quy trình sản xuất màng để lọc chất lỏng và màng thu được bằng quy trình này (VN1-0030595-000)	Anquetil, Jérôme Lescoche, Philippe
10	Phương pháp sản xuất cấu trúc để gắn cố định vào nền (VN1-0028955-000)	Sterman, Yoav Waatti, Todd A.
11	Hệ thống và phương pháp in 3D (VN1-0025531-000)	Miller, Todd, W. Schenone, David, J.

**Phụ lục 3**  
**MỘT SỐ DOANH NGHIỆP CUNG ỨNG THIẾT BỊ, CÔNG NGHỆ IN 3D TẠI VIỆT NAM**

<b>STT</b>	<b>Tên doanh nghiệp</b>	<b>Địa chỉ</b>
1	Công ty Thinksmart Group	Số 5 đường số 4, KDC Khang An, TP.Thủ Đức, TP.HCM
2	Công ty Cổ phần Tập đoàn công nghệ IDEA	Số 207C đường Nguyễn Xí, P.26, quận Bình Thạnh, TP.HCM
3	Công ty Cổ phần Đầu tư thương mại và Phát triển công nghệ FSI	Số 8, ngõ 68 đường Cầu Giấy, phường Quan Hoa, quận Cầu Giấy, TP.Hà Nội
4	Công ty Cổ phần In 3DS	R1107, Lạc Hồng Westlake Building B, Phú Thượng, quận Tây Hồ, TP.Hà Nội.
5	Công ty TNHH 3D Smart Solutions	Số 9/9 đường số 9, P. Linh Trung, TP.Thủ Đức, TP.HCM
6	Khoa Cơ Khí – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Quốc Gia TP.HCM	Nhà B11, 268 Lý Thường Kiệt, Quận 10, TP.HCM
7	Công ty Meetech	Số 9 Dân Chủ, TP.Thủ Đức, TP.HCM
8	Công ty Cổ phần Thiết bị Y tế VIMEC	DD26 Bạch Mã, Phường 15, Quận 10, TP.HCM
9	Công ty TNHH MEME 3D	28 đường số 57-TML, P. Thạnh Mỹ Lợi, TP. Thủ Đức, TP.HCM
10	Công ty 3D thinking	Số 10, Liên Kề 5, Khu Đô Thị Đại Thanh, quận Thanh Trì, TP.Hà Nội
11	Công ty 3DShop Việt Nam	Phòng 305B, số 86 Lê Trọng Tấn, phường Khương Mai, quận Thanh Xuân, TP.Hà Nội
12	Công ty 3DMaker	77A-77B Hiệp Bình, Phường Hiệp Bình Phước, TP.Thủ Đức, TP.HCM
13	Công ty Halotech Wrkshop	Phú Nghi, Hòa Lợi, Bến Cát, Tỉnh Bình Dương
14	Công ty SSPACE	59 đường số 10, Khu Phố 5, Phường Hiệp Bình Chánh, TP.Thủ Đức, TP.HCM