

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP-HCM  
TRUNG TÂM THÔNG TIN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



## **BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ**

Chuyên đề:

**XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PLASMA LẠNH  
ĐỂ XỬ LÝ BỀ MẶT VẬT LIỆU, PHỦ NANO NHẪM TĂNG  
CHẤT LƯỢNG VÀ GIÁ TRỊ SẢN PHẨM**



*Biên soạn:* Trung tâm Thông tin Khoa học và Công nghệ TP. HCM

*Với sự cộng tác của:*

✦ **TS. Trần Ngọc Đảm**

Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM

*TP. Hồ Chí Minh, 09/2015*

## MỤC LỤC

<b>I. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH LÀM SẠCH, TĂNG HẤP THỤ VÀ PHỦ CHẤT BẢO VỆ NHẪM TĂNG ĐỘ BỀN VẬT LIỆU TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM.....</b>	<b>3</b>
1. Khái niệm xử lý bề mặt: .....	3
2. Tình hình làm sạch, tăng hấp thụ và phủ chất bảo vệ nhằm tăng độ bền vật liệu trên thế giới và tại Việt Nam.....	3
<b>II. XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ PLASMA XỬ LÝ BỀ MẶT VẬT LIỆU TRÊN CƠ SỞ SỞ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ.....</b>	<b>5</b>
1. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu theo thời gian.....	5
2. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu ở các quốc gia.....	6
3. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu theo các hướng nghiên cứu: .....	7
<b>III. CÔNG NGHỆ PLASMA VỚI XỬ LÝ BỀ MẶT: LÀM SIÊU SẠCH, TĂNG HẤP THỤ VÀ PHỦ NANO BẢO VỆ BỀ MẶT.....</b>	<b>10</b>
1. Công nghệ plasma .....	10
2. Plasma với Xử lý bề mặt .....	10
3. Ứng dụng công nghệ Plasma vào quá trình làm sạch, tăng tính hấp thụ bề mặt vật liệu .....	12

# XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ PLASMA LẠNH ĐỂ XỬ LÝ BỀ MẶT VẬT LIỆU, PHỦ NANO NHẪM TĂNG CHẤT LƯỢNG VÀ GIÁ TRỊ SẢN PHẨM

\*\*\*\*\*

## I. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH LÀM SẠCH, TĂNG HẤP THỤ VÀ PHỦ CHẤT BẢO VỆ NHẪM TĂNG ĐỘ BỀN VẬT LIỆU TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM

### 1. Khái niệm xử lý bề mặt:

Xử lý bề mặt là tổng hợp các phương pháp để tạo thành các lớp trên bề mặt với các tính chất cơ học, ma sát, chống mài mòn, ăn mòn hóa học tốt hơn hẳn vật liệu ban đầu.

Có nhiều phương pháp xử lý bề mặt, có thể chia theo nguyên lý tạo thành lớp bề mặt, theo số lượng lớp, theo tính chất của vật liệu đem phủ, theo vật liệu nền...

Theo nguyên lý tạo thành lớp bề mặt có thể chia ra: xử lý nhiệt luyện, hóa-nhiệt luyện, xử lý kép (duplex layer)

Theo vật liệu nền: vật liệu kim loại hoặc phi kim hay polime

Theo vật liệu đem phủ: kim loại, hợp kim hay phi kim, chất hữu cơ...

Theo nguyên lý của phản ứng: PVD, CVD, PECVD

### ❖ Ưu điểm

Vật liệu sau khi xử lý bề mặt có tính chất ưu việt hơn hẳn vật liệu ban đầu, mặc dù lớp bề mặt tạo thành trong một số trường hợp rất mỏng (vài centimet) cho đến cỡ milimet.

Việc lựa chọn phương pháp xử lý bề mặt phụ thuộc và yêu cầu đặt ra cho chi tiết về tính chất cơ học, tính chất công nghệ, tính chất bề mặt, tính thẩm mỹ, tính chịu mài mòn, ăn mòn hóa học và các tính chất đặc biệt khác nữa.

### 2. Tình hình làm sạch, tăng hấp thụ và phủ chất bảo vệ nhằm tăng độ bền vật liệu trên thế giới và tại Việt Nam

Để tăng hiệu quả sử dụng, cũng như độ bền trên bề mặt vật liệu thường được phủ một lớp bảo vệ; trên bề mặt kim loại thì thường được sơn-xi mạ, trên bề mặt thủy tinh, gạch men thì được phủ một lớp nano để tăng tính chống mài mòn, chống thấm v.v... Quy trình để tạo lớp phủ như trên thường trải qua ba bước chính, đầu tiên bề mặt được làm sạch, kế đến bề mặt được xử lý để tăng

năng lượng bề mặt-tăng hấp thụ bề mặt và cuối cùng được phủ-ghép trên bề mặt một lớp coating để tạo ra các tính chất trên.

Tuy nhiên, tại Việt Nam hầu hết các phương pháp làm sạch, tăng hấp thụ bề mặt chủ yếu được sử dụng là hóa chất. Cụ thể, trước khi được sơn-xi mạ, bề mặt kim loại được tẩy dầu mỡ, tẩy gỉ, định hình bằng một loạt dung dịch NaOH, HCl, phốt phát. Đối với các vật liệu có năng lượng bề mặt thấp như thủy tinh, gạch men, bề mặt vật liệu thường được nung lên nhiệt độ cao, tiếp đó dung dịch hỗn hợp chất phủ-dung môi được phun trực tiếp trên bề mặt và được duy trì ở nhiệt độ cao để lớp phủ bám trên bề mặt. Với những quy trình trên, quá trình xử lý diễn ra trong thời gian dài, hệ thống công kênh, tốn nhiều năng lượng, vì xử lý bằng hóa chất nên mỗi một công đoạn phải xử lý ở những bồn chứa khác nhau, do đó quá trình xử lý diễn ra không liên tục, đặc biệt các dư lượng hóa chất thải ra bên ngoài gây ô nhiễm môi trường.

#### ✦ Phương pháp làm sạch

- Cơ học: Phun nước, cát, bi, đá CO<sub>2</sub>, ...
- Hóa học: Hóa chất (NaOH, HCl 98%)
- Vật lý: Siêu âm, laser, điện thụ động,

⇒ Tẩy rửa bằng hóa chất, phun bi, phun cát... thì rất tốn kém, hiệu suất không cao và gây ô nhiễm môi trường...

#### ✦ Phương pháp tăng hấp thụ:

- Cơ học: cọ sát
- Hóa học: Định hình và phosphat hóa
- Vật lý: Nhiệt, tĩnh điện, từ trường, laser,...

⇒ Hóa học thì rất tốn kém, hiệu suất không cao và gây ô nhiễm môi trường...

#### ✦ Phương pháp phủ:

- Vật lý: keo, sơn chất bám dính

⇒ Bám dính vật lý nên kém bền, rất tốn kém, hiệu suất không cao và gây ảnh hưởng người sử dụng

Ứng dụng công nghệ plasma với phản ứng plasma trong môi trường khí tạo ra các phân tử electron, ion và phân tử oxy hóa bậc cao. Trong môi trường

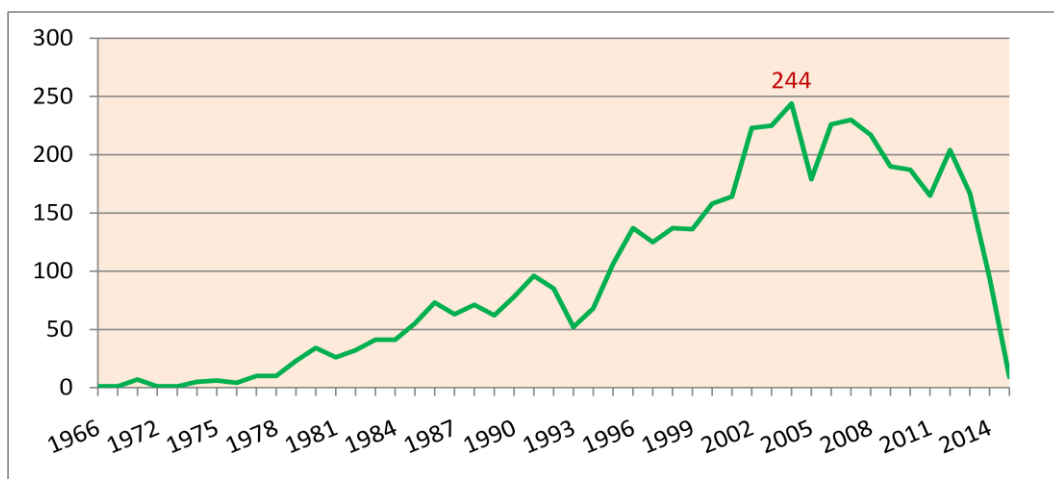
plasma, dưới tác động của điện trường các phân tử này sẽ chuyển động với một động năng rất lớn. Thành phần bụi và chất bẩn (hữu cơ và vô cơ) bám trên bề mặt chi tiết được làm sạch bởi sự va đập các hạt vào bề mặt và các vi khuẩn, nấm bị tẩy bởi quá trình oxy hóa bậc cao. Hơn thế nữa, khi các hạt này va chạm với bề mặt chi tiết nó sẽ truyền cho bề mặt chi tiết một năng lượng từ đó kích thích các phân tử trên bề mặt hoạt động mạnh dẫn đến kết quả bề mặt cần bám dính của chi tiết có khả năng “ăn” chất phủ rất tốt. Do đó bề mặt chi tiết sau khi xử lý sạch và có độ hấp thụ rất cao. Plasma xảy ra trực tiếp trên bề mặt chi tiết nên quá trình xử lý nhanh và hiệu quả. Tóm lại, với công nghệ plasma, quy trình phủ bề mặt chi tiết đạt hiệu quả cao, kinh tế, bền và thân thiện với môi trường.

## II. XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ PLASMA XỬ LÝ BỀ MẶT VẬT LIỆU TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

### 1. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu theo thời gian

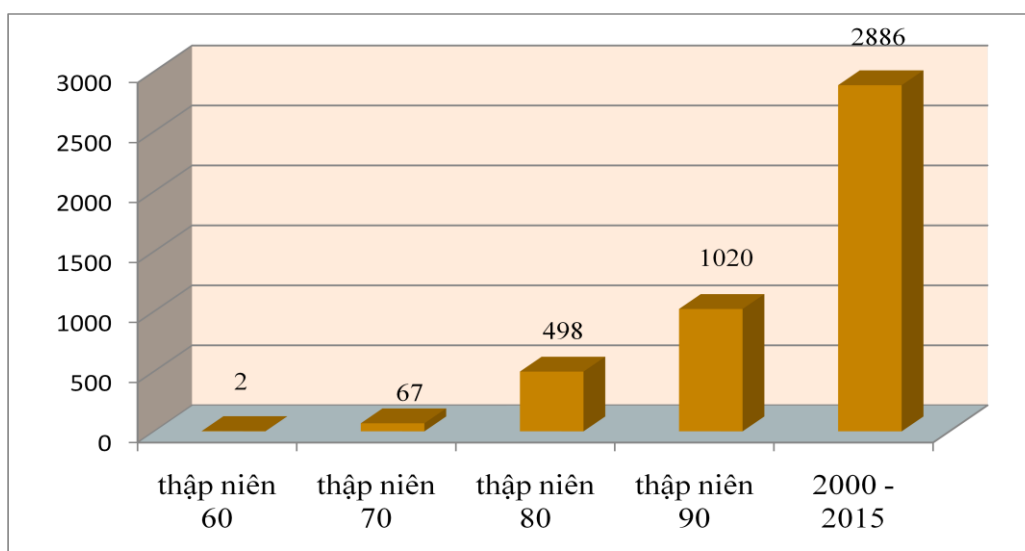
Theo khảo sát tình hình đăng ký sáng chế dựa trên CSDL Thomson Innovation, hiện có khoảng 4473 sáng chế có liên quan đến công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu đã được đăng ký bảo hộ.

Sáng chế đầu tiên có liên quan đến ứng dụng plasma trong xử lý bề mặt vật liệu được nộp đơn đăng ký bảo hộ tại nước Anh vào năm 1966. Theo thời gian, lượng SC cũng tăng dần và nhiều nhất vào năm 2004 với 244 SC đã đăng ký



*Biểu đồ lượng SC đăng ký bảo hộ theo thời gian*

Lượng Sáng chế liên quan đến ứng dụng plasma trong xử lý bề mặt vật liệu tăng cao qua các thập niên. Trong 15 năm trở lại đây, lượng SC tập trung nhiều nhất với 2886 trên tổng số 4473 SC.



*Biểu đồ lượng SC đăng ký bảo hộ qua các thập niên*

## **2. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế về công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu ở các quốc gia**

Cũng theo khảo sát trên CSDL Thomson Innovation, hiện nay sáng chế có liên quan đến ứng dụng plasma trong xử lý bề mặt vật liệu đang được nộp đơn đăng ký bảo hộ ở khoảng 45 quốc gia trên toàn thế giới.

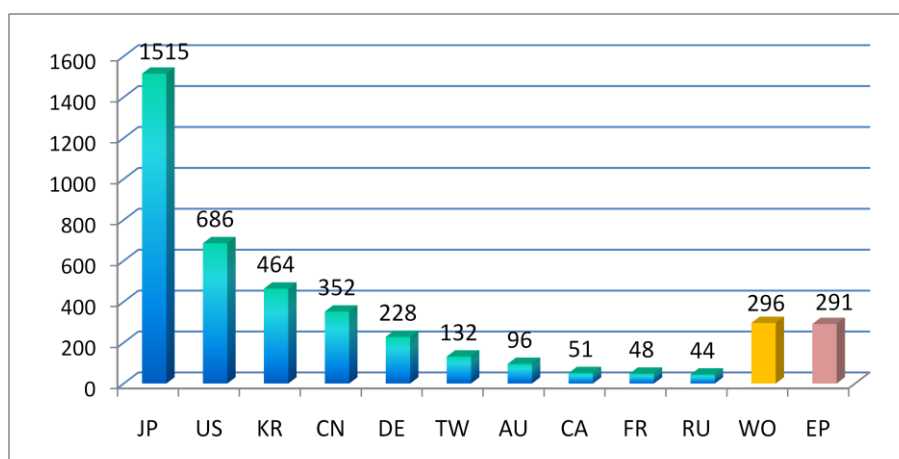
Bên cạnh việc nộp đơn đăng ký bảo hộ ở các quốc gia, sáng chế liên quan đến ứng dụng plasma trong xử lý bề mặt vật liệu còn được nộp đơn đăng ký bảo hộ ở 2 tổ chức sở hữu trí tuệ lớn:

- Tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới (WO): 296 SC
- Tổ chức sở hữu trí tuệ châu Âu (EP): 291 SC

10 quốc gia được các chủ sở hữu sáng chế nộp đơn đăng ký nhiều nhất là:

- Nhật Bản (JP): 1515 SC
- Mỹ (US): 686 SC
- Hàn Quốc (KR): 464 SC
- Trung Quốc (CN): 352 SC
- Đức (DE): 228 SC
- Đài Loan (TW): 132 SC
- Úc (AU): 96 SC
- Canada (CA): 51 SC
- Pháp (FR): 48 SC

- Nga (RU): 44 SC



*Top 10 quốc gia có lượng SC đăng ký nhiều nhất*

➤ **Công nghệ Plasma lạnh trong xử lý bề mặt vật liệu:**

Sáng chế đầu tiên nộp đơn đăng ký bảo hộ vào năm 1973 tại Mỹ đề cập tới ứng dụng CN plasma lạnh xử lý bề mặt vật liệu nhựa.

Hiện nay có gần 50 SC đã nộp đơn đăng ký bảo hộ ở khoảng 16 quốc gia và tổ chức trên thế giới

Các quốc gia và tổ chức được nộp đơn đăng ký SC (theo thứ tự giảm dần) gồm:

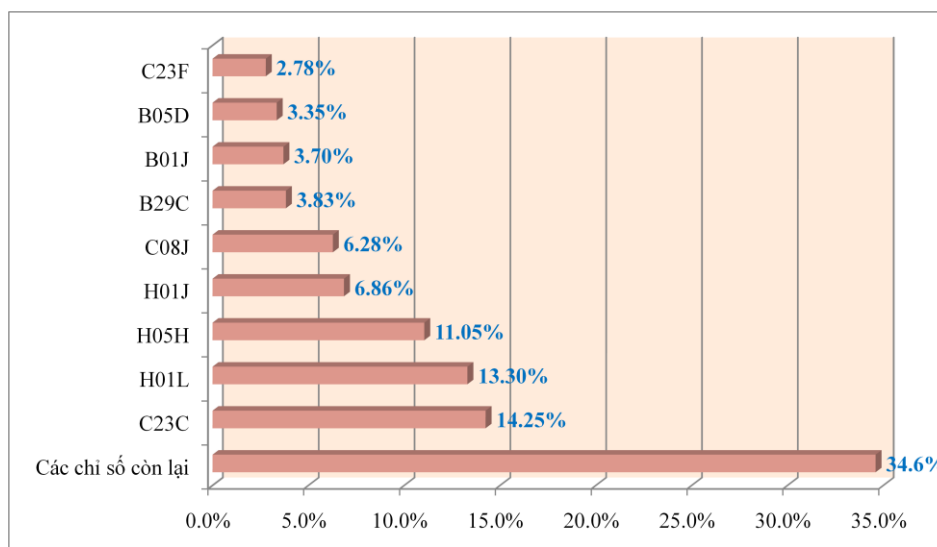
- Mỹ
- Nhật Bản
- Đức; WO
- Pháp
- EP
- Anh, Trung Quốc, Úc, Hàn Quốc
- Canada và một số quốc gia khác

**3. Tình hình đăng ký bảo hộ sáng chế công nghệ plasma trong xử lý bề mặt vật liệu theo các hướng nghiên cứu:**

Với 4473 sáng chế liên quan đến ứng dụng công nghệ Plasma trong xử lý bề mặt vật liệu đã nộp đơn đăng ký bảo hộ, khi đưa vào bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC, nhận thấy một số chỉ số phân loại xuất hiện nhiều trong các sáng chế thể hiện các hướng nghiên cứu sau:

Chỉ số phân loại	Nội dung nghiên cứu	Tỷ lệ (%)
C23C	Phủ vật liệu kim loại; xử lý bề mặt vật liệu kim loại bằng khuyếch tán, bằng chuyển hóa hoặc thay thế hóa học; phủ bằng bay hơi trong chân không; bằng mạ phun, bằng sự cấy ion hoặc bằng sự kết tủa hóa học hơi nói chung	14.25
H01L	Dụng cụ bán dẫn; dụng cụ điện mạch rắn, ...	13.30
H05H	Kỹ thuật Plasma; tạo ra các hạt tích điện gia tốc hoặc các nơ trôn; tạo ra hoặc gia tốc các chùm nguyên tử hoặc phân tử trung tính	11.05
H01J	Các đèn phóng điện qua khí và điện tử chân không,...	6.86
C08J	Gia công; các phương pháp hóa hợp chung	6.28
B29C	Tạo hình hoặc liên kết các chất dẻo; ...	3.83
B01J	Các quy trình vật lý hoặc hóa học, ví dụ sự xúc tác, hóa keo; các thiết bị liên quan đến chúng	3.70
B05D	Các quy trình tráng chất lỏng hoặc các vật liệu chảy lỏng lên bề mặt nói chung	3.35
C23F	Loại bỏ vật liệu kim loại từ các bề mặt bằng phương pháp không cơ học; kìm hãm sự ăn mòn vật liệu kim loại; kìm hãm sự đóng cặn nói chung; qui trình nhiều bước để xử lý bề mặt vật liệu kim loại,....	2.78





**Biểu đồ tỷ lệ các hướng nghiên cứu theo IPC**

Một số sáng chế về ứng dụng Plasma xử lý bề mặt vật liệu

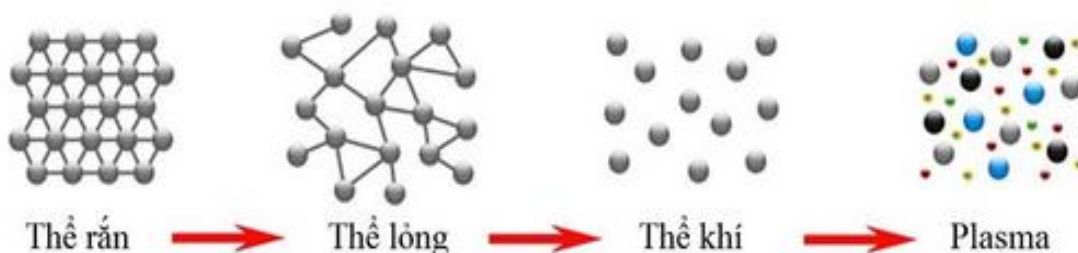
Số Sáng chế	Tên Sáng chế	Nhà nộp đơn	Ngày công bố đơn	Chỉ số phân loại SC
US8361565B2	Method for plasma treatment and painting of a surface	AIRBUS OPERATION S GMBH	1/29/2013	H05H 1/00
US8702999B2	Method and apparatus for plasma surface treatment of a moving substrate	FUJIFILM MFG EUROPE BV	4/22/2014	B44C 1/22
US6193369B1	Plasma surface treatment of silicone hydrogel contact lenses	BAUSCH & LOMB	2/27/2001	G02C 7/04
IN200900450P2	Plasma surface treatment using dielectric barrier discharges	Tekna Plasma Systems Inc	5/8/2009	C23C 4/12

IN201108246P4	Surface treatment apparatus and method using plasma	DAWONSYS CO. LTD.	3/15/2013	C21D 1/09
---------------	-----------------------------------------------------	-------------------	-----------	-----------

### III. CÔNG NGHỆ PLASMA VỚI XỬ LÝ BỀ MẶT: LÀM SIÊU SẠCH, TĂNG HẤP THỤ VÀ PHỦ NANO BẢO VỆ BỀ MẶT

#### 1. Công nghệ plasma

Sau rắn, lỏng và khí, Plasma là trạng thái thứ tư của vật chất. Ở trạng thái Plasma, vật chất tồn tại dưới dạng các hạt electrons, ions, các hạt kích thích với động năng lớn, các chất oxy hóa bậc cao, tia UV v.v... Trong ứng dụng công nghiệp, Plasma được tạo ra bằng cách đưa các loại khí như Helium, Argon, Nitrogen, Oxygen hay không khí vào vùng điện áp cao và tần số lớn, tại vùng này diễn ra quá trình kích thích, trao đổi năng lượng và kết quả các phân tử khí tách ra thành các ions, electrons hoặc chuyển sang trạng thái kích thích mang nội năng lượng lớn.

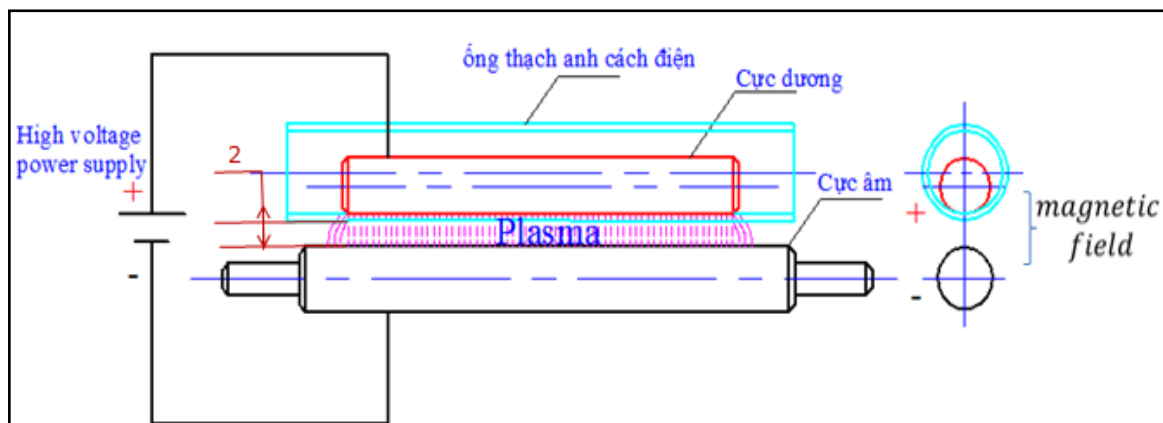


*Hình – Các trạng thái vật chất*

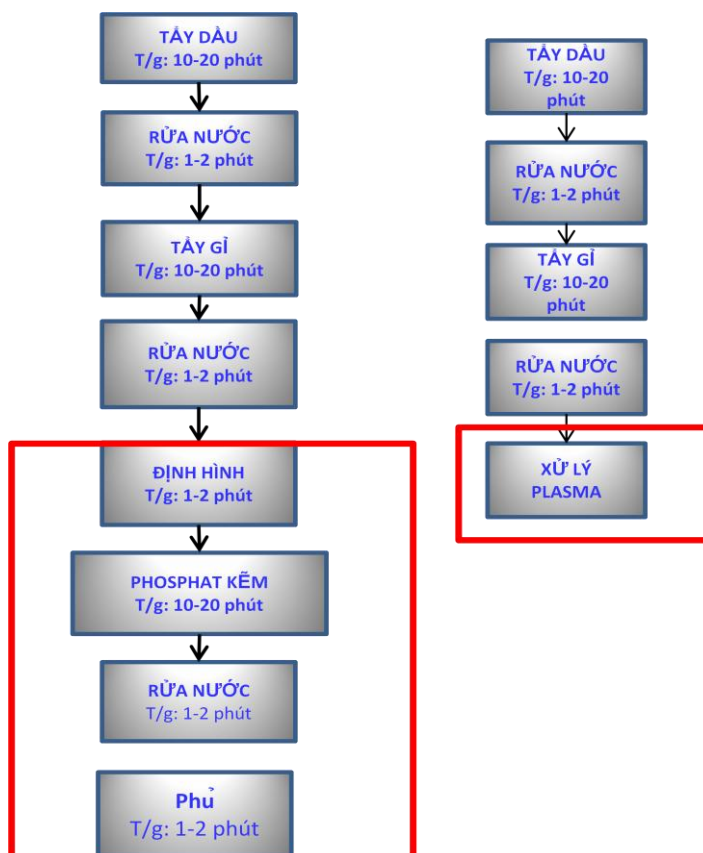
#### 2. Plasma với Xử lý bề mặt

##### Plasma:

- e-, ions mang động năng lớn;
- Tia UV;
- HO\*, O\*, H\*, O\*, NO\*



Hình – Phương pháp xử lý Plasma



Hình - So sánh xử lý Plasma với phương pháp xử lý khác

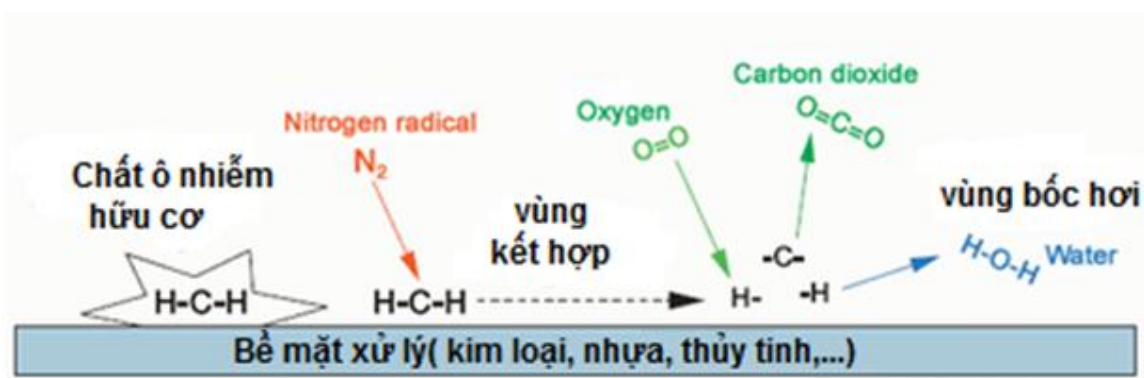
### ❖ Phương pháp Plasma

- ✓ Thời gian xử lý nhanh hơn
- ✓ Ít sử dụng hóa chất hơn
- ✓ An toàn hơn
- ✓ Tính liên tục cao hơn

### 3. Ứng dụng công nghệ Plasma vào quá trình làm sạch, tăng tính hấp thụ bề mặt vật liệu

Khi hướng chùm hạt mang năng lượng lớn trong Plasma lên trên bề mặt cần xử lý, các hạt sẽ bắn phá lên bề mặt, bẻ gãy, phá vỡ các thành phần vô cơ, hữu cơ bám trên bề mặt như dầu mỡ; qua đó làm sạch bề mặt ở kích thước tế vi và đồng thời qua quá trình va đập của chùm hạt lên bề mặt vật liệu sẽ làm tăng năng lượng hấp thụ bề mặt.

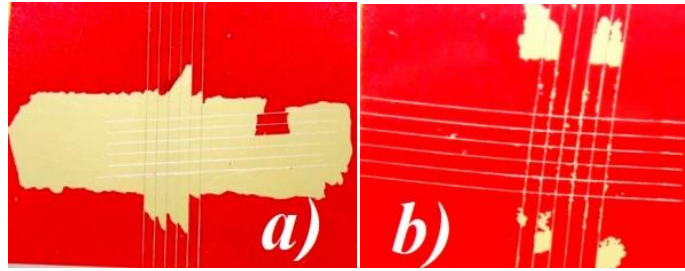
Quá trình tương tác của các hạt mang năng lượng trong Plasma trên bề mặt diễn ra rất nhanh ( $10^{-9}$  giây), đồng thời diễn ra hai quá trình làm sạch và tăng năng lượng bề mặt được rút ngắn hơn nhiều so các phương pháp xử lý truyền thống như xử lý bằng hóa chất, hay dùng nhiệt (flame).



Hình –Nguyên lý xử lý, làm sạch và tăng năng lượng hấp thụ bề mặt của Plasma

Với những tính chất trên, Plasma thích hợp để:

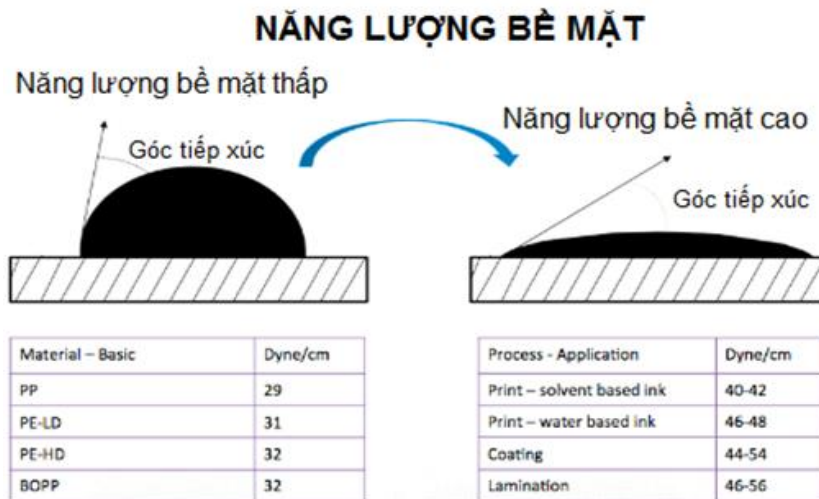
- Làm siêu sạch (với kích thước micro) trên bề mặt kim loại, thủy tinh, ceramic với thời gian ngắn;
- Loại bỏ các chất oxy hóa trên bề mặt vật liệu;
- Tăng năng lượng bề mặt trước khi sơn-xi mạ, phun phủ, dệt nhuộm;
- Thời gian xử lý thấp.



**Hình – Sự thay đổi độ bám dính của lớp sơn trên bề mặt acrylic  
a – trước khi xử lý, b – xử lý bằng Plasma**



**Hình– Độ hấp thụ bề mặt nhựa PP  
trước (trái) và sau khi xử lý bằng Plasma (phải)**



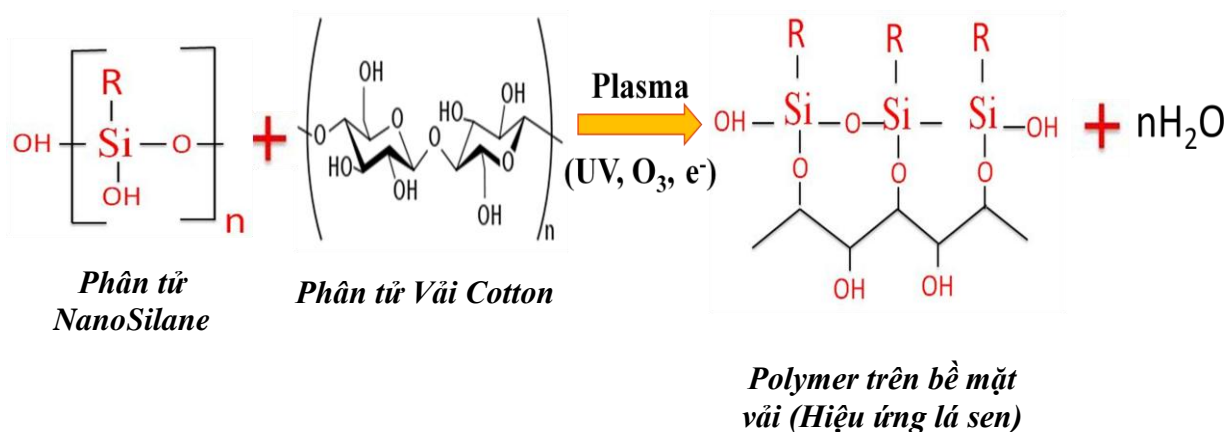
**Hình: Plasma giúp làm tăng năng lượng bề mặt**

❖ So sánh công nghệ Plasma với phương pháp dùng hóa chất

Công nghệ Plasma	Phương pháp dùng hóa chất
Quá trình được điều khiển bằng nguồn điện, loại khí, thời gian xử lý	Quá trình được điều khiển bằng thời gian xử lý, nồng độ và thành phần hóa chất
Không sinh ra các dư chất độc hại	Tồn tại các dư lượng hóa chất sau xử lý
Không cần xử lý lần hai	Cần xử lý các hóa chất tồn tại trên bề mặt sau khi xử lý
Có thể áp dụng vào một quy trình liên tục	Phải xử lý từng bồn hóa chất riêng lẻ

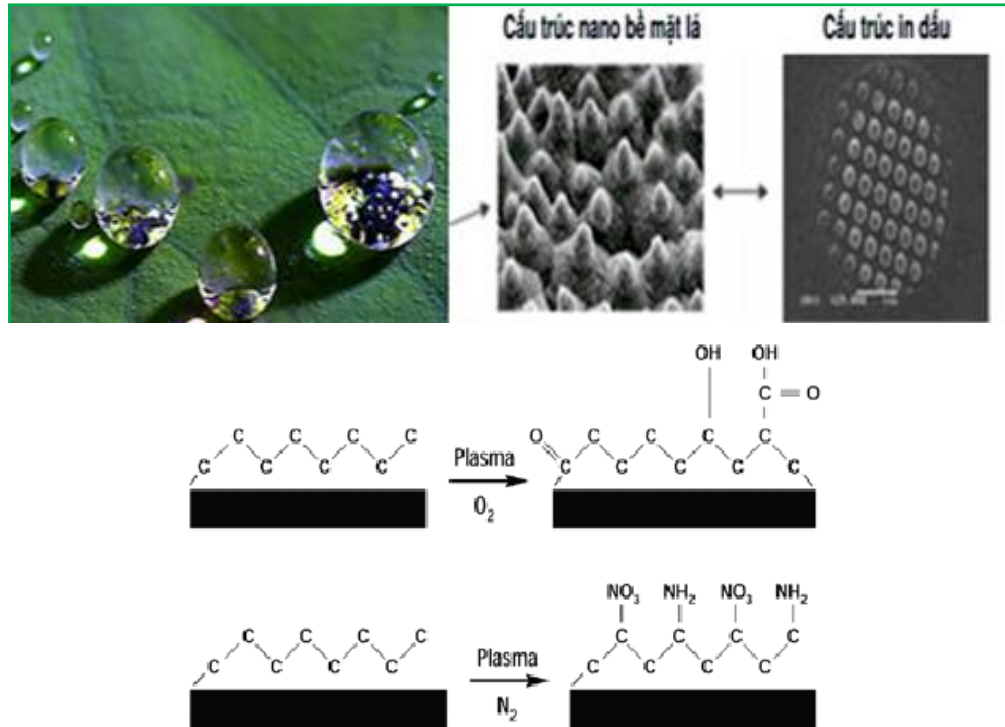
❖ Ứng dụng công nghệ Plasma vào quá trình phủ-coating trên bề mặt

Để lớp phủ-coating trên bề mặt đạt được yêu cầu về kỹ thuật và độ bền thì quá trình xử lý-phủ phải đảm bảo những yêu cầu như sau: bề mặt phải được làm sạch đến siêu sạch, bề mặt phải được tăng tính hấp thụ và tạo một lớp nền để tăng tính liên kết hóa học giữa lớp phủ và bề mặt vật liệu. Các công nghệ đang sử dụng hiện tại, một khối lượng lớn các dung môi hữu cơ được dùng để xử lý nhằm đạt được yêu cầu thứ ba.



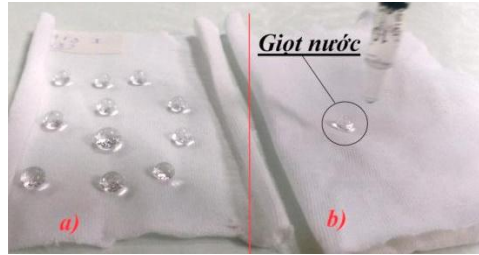
Nguyên lý: Tia Plasma tạo ra:

- UV, e<sup>-</sup> : Cắt đứt liên kết của nhóm OH trong phân tử.
- O<sub>3</sub> : tạo O<sub>2</sub> kích thích liên kết mới.



**Hình – Sự thay đổi tính chất hóa học trên lớp nền của vật liệu bằng Plasma**

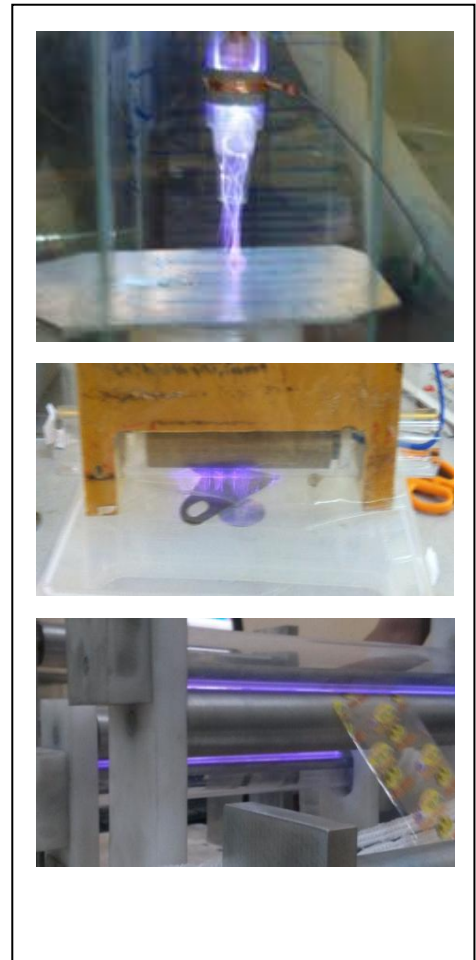
Một trong những ưu điểm của Plasma là xử lý được kích thước tế vi và làm thay đổi được tính chất của bề mặt vật liệu. Bằng cách sử dụng các loại hỗn hợp khí khác nhau như  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ... làm thành phần, Plasma sẽ tương tác và làm thay đổi tính chất hóa học trên bề mặt vật liệu, qua đó giúp quá trình phủ-coating diễn ra nhanh và bền hơn.



**Hình – Vải được xử lý và phủ nano bằng công nghệ (bên trái) và vải không được xử lý (bên phải)**

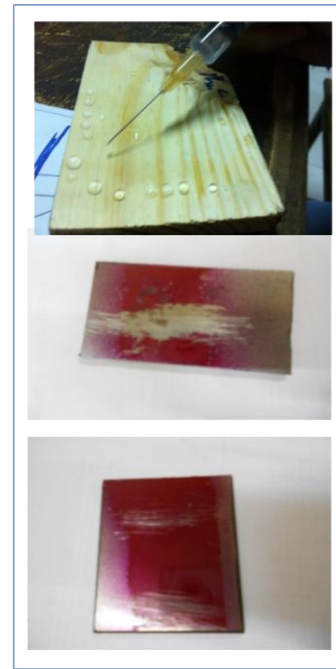
### ❖ CÁC ỨNG DỤNG XỬ LÝ BỀ MẶT:

- Làm sạch bề mặt (2D, 3D):
  - + Tốc độ:  $1\text{m}^2/\text{phút}$  ->
  - + Ứng dụng: dụng cụ y tế, sơn, xi mạ, phủ nano, thực phẩm, đóng gói, in, mạch điện...
- Tăng độ hấp thụ:
  - + Tốc độ:  $1\text{m}^2/\text{phút}$  ->
  - + Ứng dụng: sơn, xi mạ, phủ nano,...
- Phá hủy bề mặt
- Phủ nano
- Tồi vật liệu





➤ Máy xử lý bề mặt vật liệu:

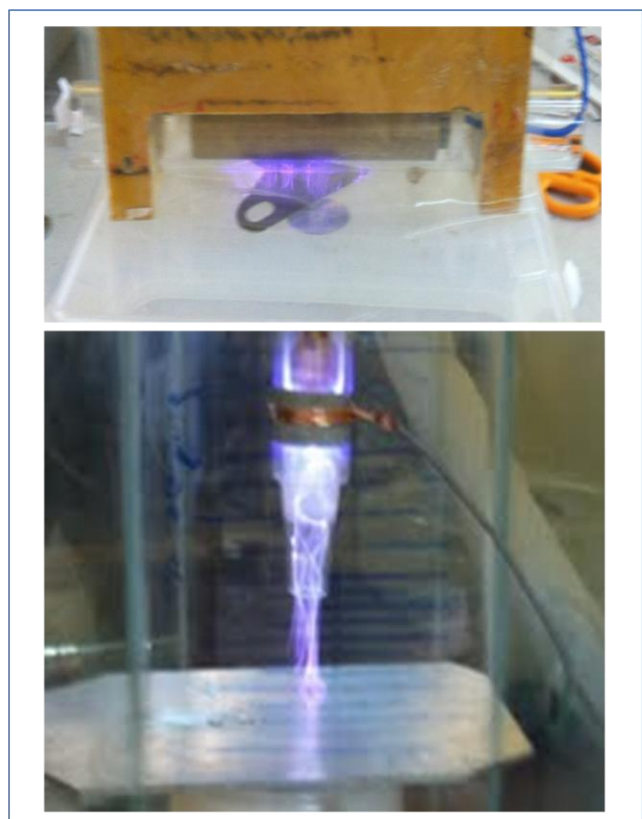


➤ Máy xử lý y tế

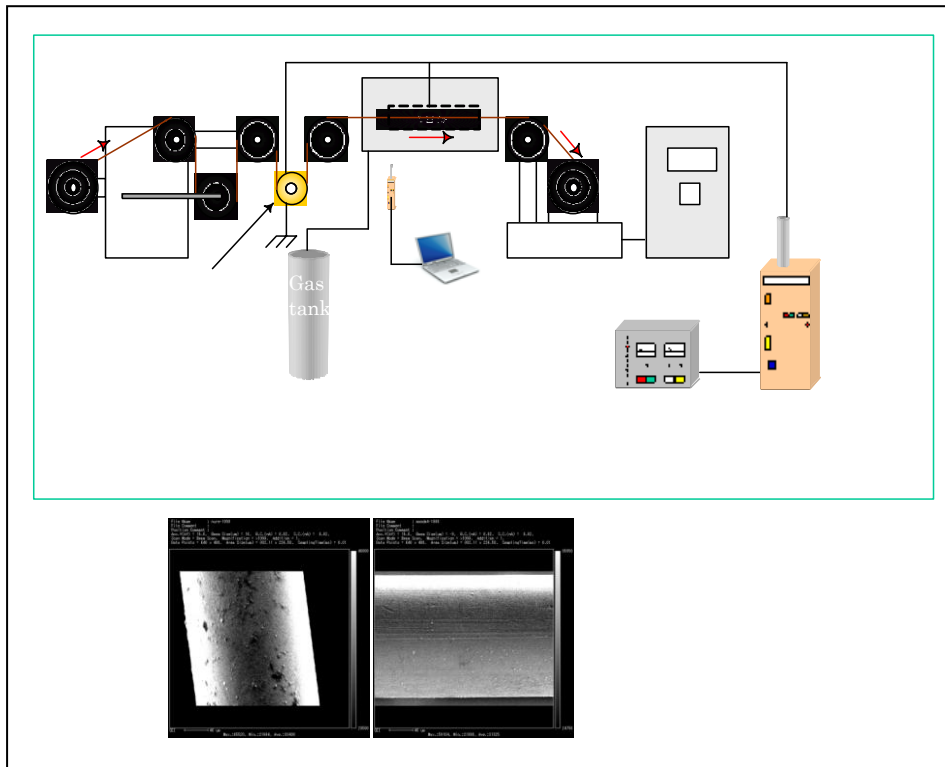
- Tiệt trùng bề mặt (2D, 3D):

+ Tốc độ: 1m<sup>2</sup>/phút ->

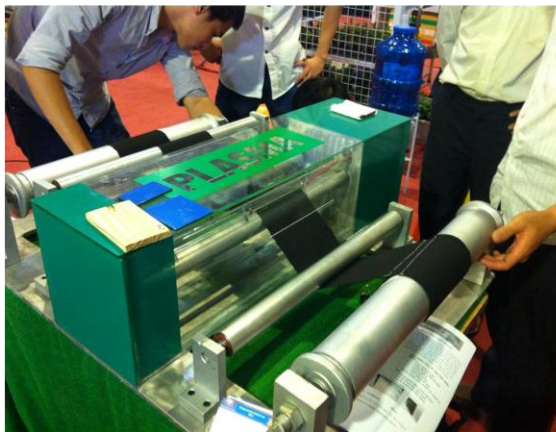
+ Ứng dụng: dụng cụ y tế, thực phẩm, đóng gói, in,...



➤ Máy tô và làm sạch sợi dây; đồng, vàng



➤ Xử lý bề mặt Phủ Nano



**Thông số:**

- Bề rộng - 1,2 m
- Tốc độ - 20 m/ph
- Hiệu quả:  $\theta_c > 150^\circ$
- 220V - 50Hz

➤ **Xử lý bề mặt màng nhựa PE, PP, PA**

**Thông số:**

- Bề rộng – 1,2 m
- Xử lý 2 mặt
- Tốc độ - 20 m/ph
- Hiệu quả:  $\theta_c < 880$
- 220V – 50Hz
- Công suất tiêu thụ: <1.5kW



➤ **Xử lý bề mặt dạng tấm: kim loại, thủy tinh, ceramic**

**Thông số:**

- Bề rộng – 1,2 m
- Xử lý 1 mặt
- Tốc độ - 20 m/ph
- Hiệu quả:  $\theta_c < 450$
- 220V – 50Hz
- Công suất tiêu thụ:



➤ **Đối tượng là làm sạch tăng hấp thụ và phủ nano**

✦ **Yêu Cầu:**

- Nhỏ gọn, thiết kế theo yêu cầu khách hàng, lắp ráp đơn giản
- Chi phí thấp
- Vận hành đơn giản, tự động hóa
- Không dùng hóa chất

✦ **Ưu điểm của máy:**

**1. Năng lượng:**

- Tối ưu năng lượng điện sử dụng (1,2KW),
- Điện áp sử dụng 220V,

- Nhiệt độ thấp (30-40°C).

## **2. Kinh tế:**

- Chi phí vận hành thấp (chỉ tốn tiền điện),
- Hiệu quả xử lý cao,
- Không ảnh hưởng đến cơ sở hạ tầng.

## **3. Xã hội:**

- Thân thiện môi trường, kín
- Không có chất thải, bùn gây ô nhiễm,
- Hệ thống tự động hoàn toàn nên không ảnh hưởng đến sức khỏe con người,

## **4. Khoa học:**

- Dùng công nghệ xanh sạch - Plasma,
- Thiết kế thông minh, không có cơ cấu động,
- Nhỏ gọn
- Tự động hoàn toàn (PLC),
- Thiết kế thay đổi tốc độ dễ dàng.

## **5. Dịch vụ:**

- Hướng dẫn và cố vấn tận tình,
- Hình dáng, mẫu mã thiết kế phù hợp với không gian hiện có,
- Lắp đặt nhanh, trong một ngày,
- Bảo hành, bảo trì tốt.

## **🚦 KẾT LUẬN**

Các quy trình xử lý bề mặt hiện tại mang nhiều nhược điểm như sử dụng nhiều hóa chất, thời gian xử lý, tốn nhiều năng lượng, quy trình cồng kềnh, hiệu quả xử lý thấp. Với ưu điểm xử lý nhanh, xử lý bề mặt với kích thước tế vi, không tạo ra dư lượng hóa chất, dễ dàng điều khiển, dễ dàng lắp ráp vào dây chuyền xử lý dạng line, công nghệ Plasma có tính ứng dụng cao và hiệu quả vào quy trình xử lý bề mặt. Với khả năng xử lý nhiều loại vật liệu khác nhau như thủy tinh, gạch men, kim loại, vải, plastic, đồng thời quá trình xử lý diễn ra hai

quá trình song song: làm sạch tế vi và tăng năng lượng bề mặt, sử dụng công nghệ Plasma mang lại hiệu quả xử lý và kinh tế cao.