

## CHƯƠNG 6

### CÔNG NGHỆ PHỦ CHẤT DẸO

#### 1. Giới thiệu chung

Công nghệ phủ chất dẻo được áp dụng rộng rãi vì chỉ một vài loại vật liệu là có thể sử dụng mà không cần xử lý bề mặt. Biến tính bề mặt vật liệu thực hiện bằng phủ lên đó một hay nhiều lớp vật liệu khác, tính chất của sản phẩm được cải thiện, có những tính chất đặc biệt. Quá trình phủ được định nghĩa là thay thế lớp không khí trên bề mặt bằng một loại vật liệu khác.

Lớp phủ thông dụng là sơn. Các lớp phủ để bảo vệ chống ăn mòn vật liệu, chống phân hủy, chống thấm, trang trí. Nhiều ngành công nghiệp áp dụng công nghệ phủ như công nghệ cơ khí, điện tử, phim dùng trong y học . . .

Thiết bị phủ

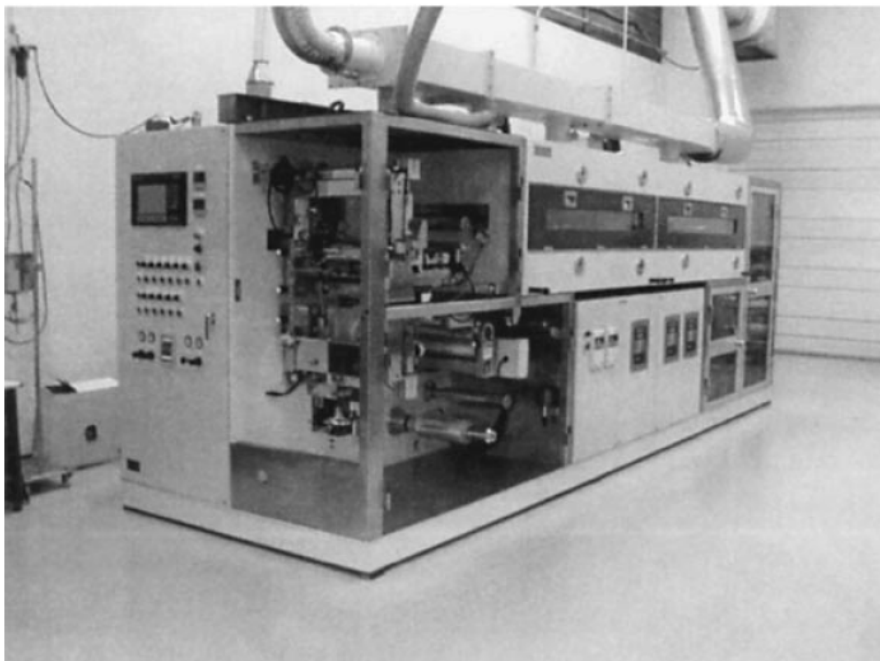
Quá trình đi qua các bước

- +Chuẩn bị dung dịch hay dung dịch phân tán để phủ
- +Tháo vật liệu khỏi trục
- +Chuyển vào máy phủ
- +Tạo lớp phủ (từ dung dịch, bốc hơi,
- +Sấy lớp phủ
- +Cuộn lại
- +Định hình cho sản phẩm (kích thước, hình dạng mong muốn)

Các công việc khác như: xử lý bề mặt để tăng độ bám dính, làm sạch bề mặt, loại bỏ chất bẩn, bóc tách lớp bảo vệ.

Dựa vào vật liệu nền, thiết bị phủ có các loại: phủ màng (web coater), phủ tấm (sheet coater) và máy phủ với các bề mặt không phẳng. Loại phủ màng là thông dụng nhất, phủ một cách liên tục lên vật liệu nền. Băng từ, giấy dán tường . . . đều sử dụng công nghệ này. Hình dưới là máy phủ dạng pilot, tấm

rộng 6-24 inches, tốc độ chạy thấp 10 – 50ft/min. Các máy lớn hơn, bề rộng dải băng lên đến 5ft, tốc độ 500 – 5000ft/min.



**Fig. 2.** Pilot coater. Courtesy of Texmax, Inc.

Máy phủ tẩm sử dụng để phủ tẩm riêng biệt. Kết hợp thêm máy in, máy photo. Loại này thường sử dụng trong phòng thí nghiệm để phát triển sản phẩm mới, phủ với lượng vật liệu ít. Các phương pháp này sử dụng nhiều loại thiết bị như lưỡi dao, đầu định hình, trục tròn để kéo tẩm đồng nhất trên trục. Phủ phun cũng được dùng để phủ tẩm. Sản phẩm phủ màng hay tẩm được làm khô trong không khí hay trong lò.

## **2. Quá trình phủ**

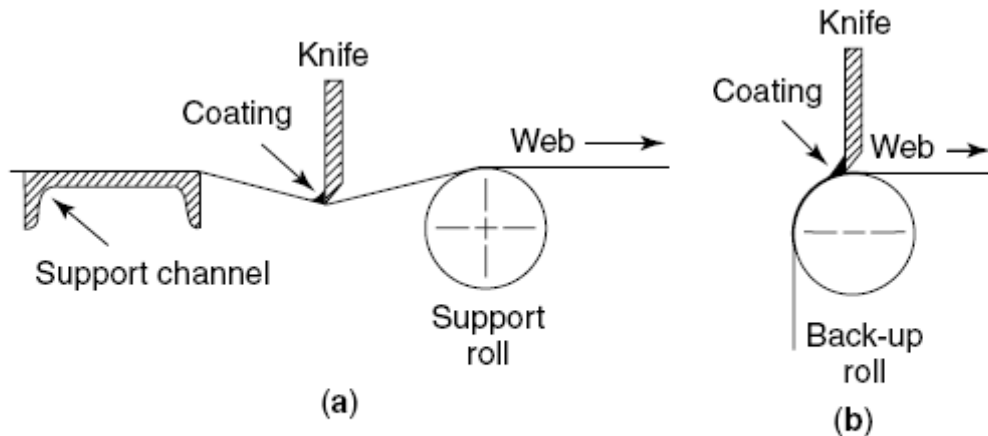
Có nhiều phương pháp phủ chất lỏng lên bề mặt vật liệu di động. Các phương pháp thông dụng: trục cán ngược (reverse roll), đầu tạo hình khe hẹp (slot die), tẩm phết (blade), lưỡi dao trên trục (knife over roll), phun (spray) . .

Lựa chọn phương pháp dựa vào: bản chất của nền, lưu biến của chất dẻo, dung môi, khối lượng lớp phủ, độ đồng đều yêu cầu, độ rộng và tốc độ phủ mong muốn, số lớp phủ, chi phí, môi trường, phủ liên tục hay gián đoạn.

## **3. Dao**

Hai loại này giống nhau trong nhiều trường hợp. Dao thường đặt thẳng đứng vuông góc với tấm, tấm phết thường đặt nghiêng. Thường tấm phết dày 0,2 – 0,5 mm, cứng hoặc mềm. Dao thường dày hơn và cứng. Tấm phết thường ép lên màng, màng được các trục su.

Hình dưới đây là máy phủ dao thông dụng. Loại này đơn giản, chắc chắn.

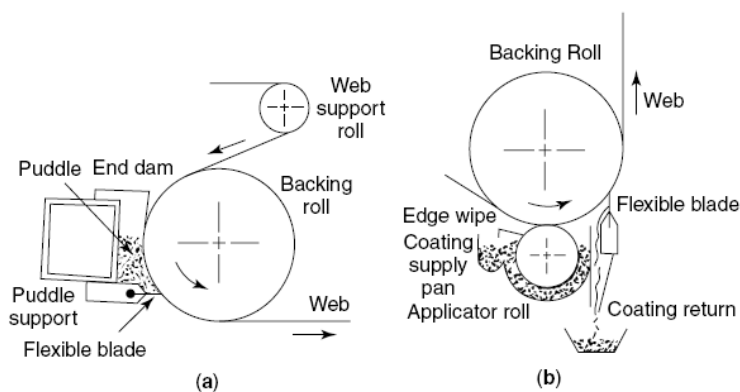


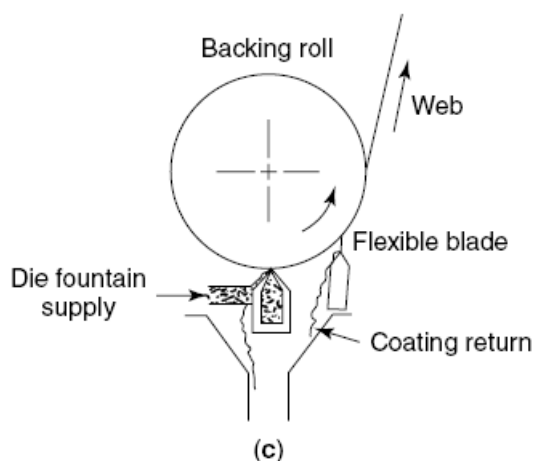
**Fig. 4.** (a) Unsupported knife; (b) knife over roll.

Trục tạo khoảng hở giữa màng và dao. Trục phủ bằng cao su, dao ép thẳng lên màng. Khối lượng phủ xác định bằng lực ép lên dao. Ép càng mạnh, trọng lượng màng thấp.

#### 4. Phủ bằng tấm phết

Ở hình dưới, tấm phết mềm được dùng cho quá trình phủ với tấm vật liệu nền chuyển động từ trên xuống dưới và từ dưới lên trên.





(a) Puddle coater; (b) roll applicator blade coater; (c) fountain blade coater.

Tấm phết sử dụng với lớp phủ pigment, tạo được lớp phủ cực phẳng. Trục sau được phủ với vật liệu đàn hồi và quay cùng vận tốc với màng, kéo màng đi qua tấm phết. Độ phủ ướt (wet coverage) được điều chỉnh bằng độ dày của tấm phết, góc nghiêng, lực ép lên vật liệu nền.

Có thể dùng hai tấm phết hai bên tấm vật liệu nền để phủ cả hai mặt. Tấm phết mỏng hơn, linh động hơn: Màng phải đạt được một lực căng nhất định. Ở hình dưới, một cách khác để phủ màng ở hai bên đồng thời.

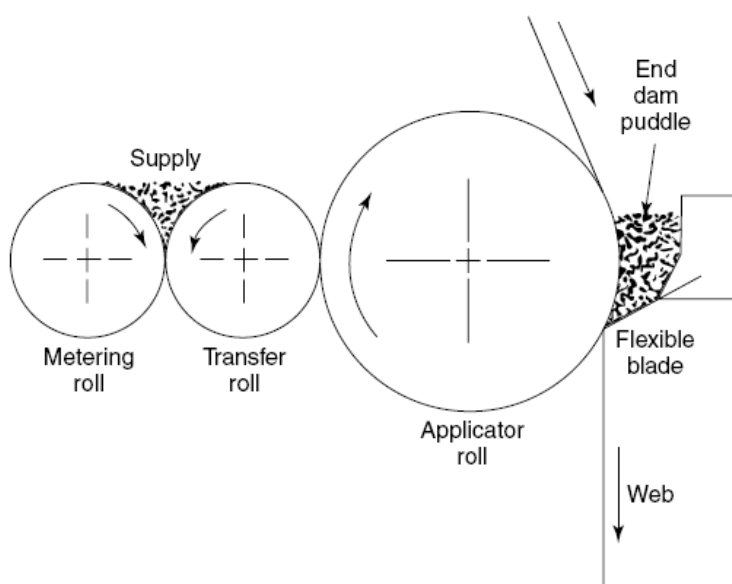


Fig. 6. Billblade with transfer rolls.

## 5. Phủ bằng lưới dao không khí

Được áp dụng rộng rãi. Dao không khí (air knife) đặt phía sau thùng vật liệu phủ, cố định chiều dày của lớp phủ đang còn ướt bằng dòng khí phun thẳng vào tấm nền. Dung dịch thừa được quay lại thùng chứa.

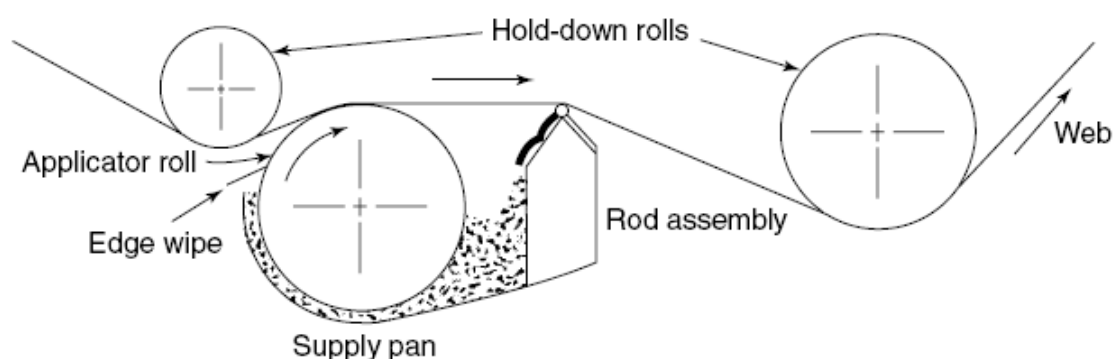
Ưu điểm: chi phí đầu tư ban đầu thấp, áp dụng được với nhiều loại vật liệu nền, vật liệu lớp phủ, dễ thay đổi và duy trì lớp phủ, chất lượng tốt.

Nhược điểm: ồn, bẩn, khối lượng lớp phủ hạn chế, chi phí cao cho hoạt động của bơm thổi khí.

## 6. Phủ dây cáp điện (wire-wound rod hay Mayer rod)

Wire - wound rod A metal rod wound with a fine wire around its axis to that an ink or coating can be drawn down evenly and at a given thickness across a substrate. The thickness or gauge of the wire controls the depth of wet film applied by the rod.

Sơ đồ nguyên lý được thể hiện ở hình.

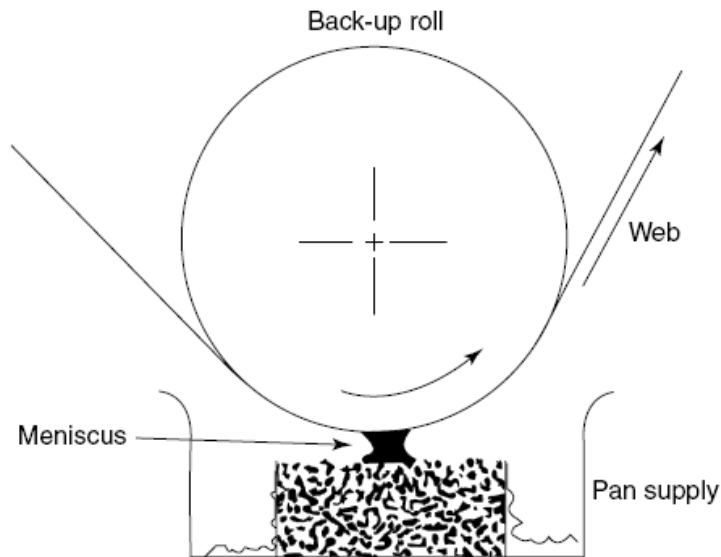


**Fig. 7.** Wire-wound rod coater.

## 7. Thiết bị phủ trực (roll coating)

### 7.1. Tiếp xúc

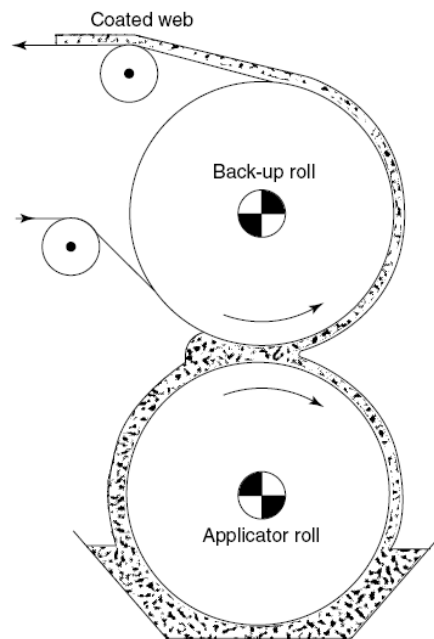
Màng chuyển qua trục cuốn ngay trên mức dung dịch trong thùng chứa, dung dịch chuyển qua màng. Mức độ phủ quyết định bởi độ nhớt, tốc độ di chuyển của màng. Tốc độ phủ chậm 10m/phút với chất lỏng có độ nhớt thấp. Phương pháp này có thể áp dụng với keo dán. Sơ đồ nguyên lý thể hiện ở hình dưới.



**Fig. 8.** Pan-type Meniscus coater.

### 7.2. Phủ cuộn phía trước (forward roll coater)

Màng đi qua giữa hai trục quay cùng chiều - trục phủ (applicator roll) và trục lưu (back-up roll). Trục phủ kéo chất lỏng bám lên màng liên tục (web).

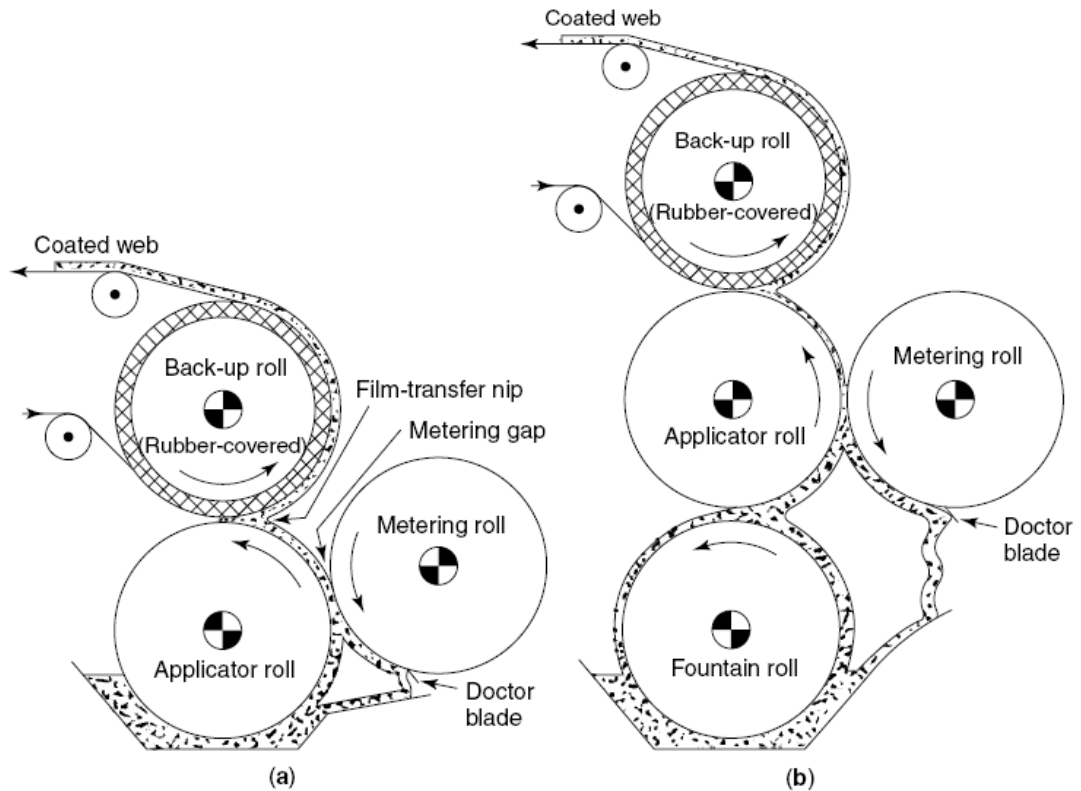


**Fig. 9.** Two-roll forward-roll coater (12).

Nếu hai trục quay cùng tốc độ bề mặt thì chất lỏng giữa hai trục sẽ quay với cùng tốc độ đó.

### 7.3. Phủ bằng trục quay ngược chiều

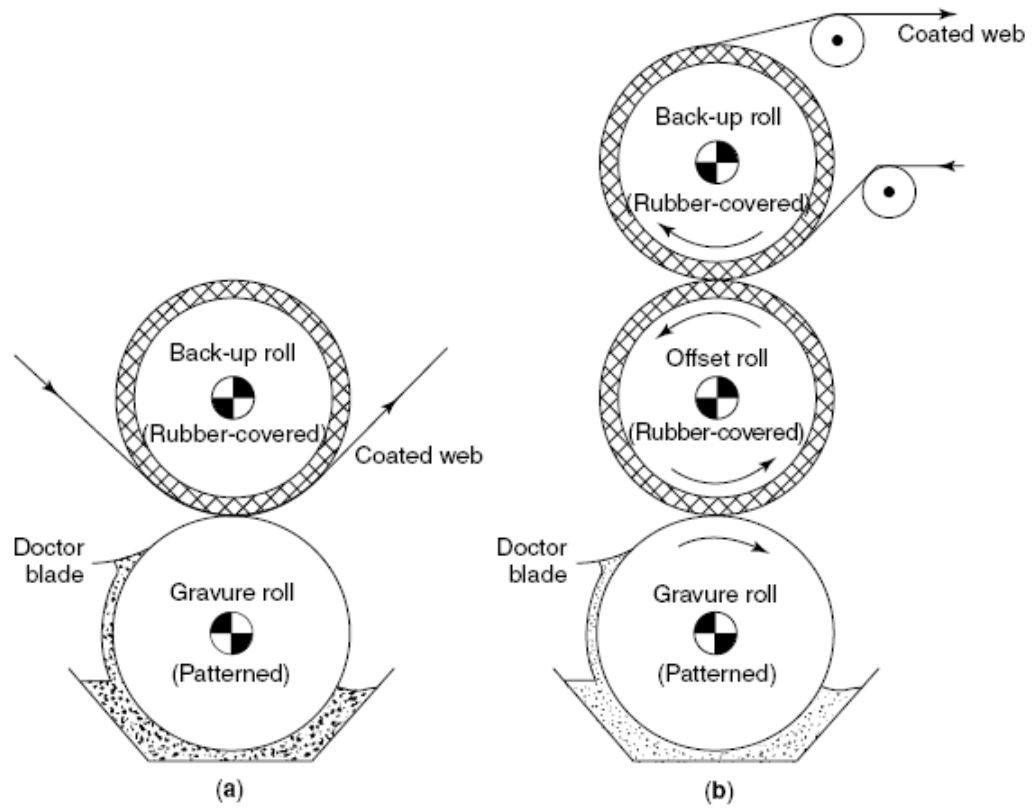
Phương pháp này cho lớp phủ đồng đều, ít lỗi, chiều dày từ 12 -120 $\mu$ m với một khoảng rộng của tốc độ phủ, có thể sử dụng dung dịch phủ có độ nhớt thấp đến rất cao. Vật liệu phủ bám lên trục phủ bằng nhiều cách: nhúng trục quay trong thùng chất lỏng, sử dụng trục phun, đầu khe hẹp. Phần chất lỏng bám lên màng chuyển động theo chiều ngược lại.



**Fig. 10.** Pan-fed reverse-roll coaters: (a) three roll; (b) four roll (12).

#### 7.4. Phủ có hoa văn (gravure coating)

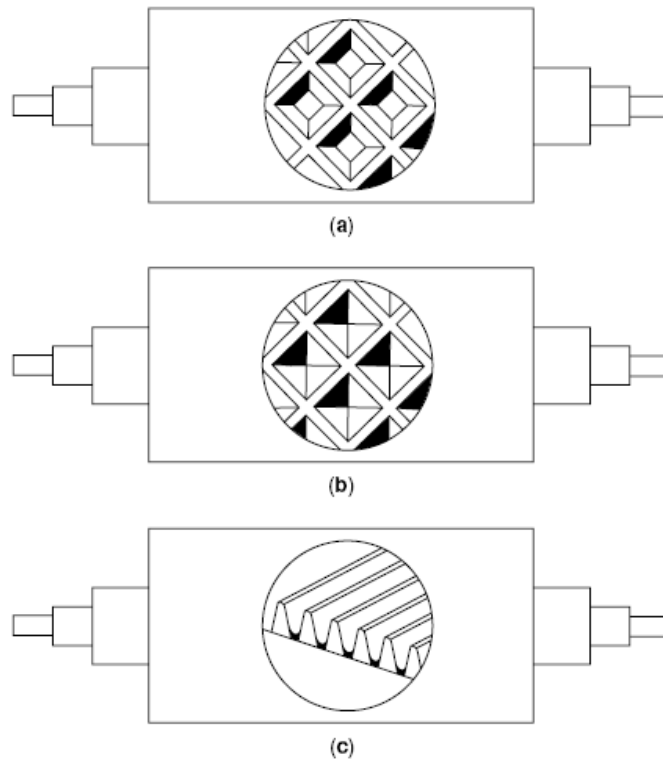
Tạo lớp phủ có bề dày 1- 25 $\mu$ m, độ nhớt vật liệu phủ thấp 10 -5000mPa.s (cp). Vật liệu tạo lớp phủ chứa trong các hốc, trên trục mạ Cr, có mẫu hoa văn. Phần vật liệu này sẽ chuyển lên bề mặt màng liên tục (web). Hình dưới mô tả hai dạng thông dụng của thiết bị phủ có hoa văn. Chất lỏng phủ sẽ bám trực tiếp từ trục lên màng. Trường hợp in offset, các hoa văn được tạo trên trục phủ cao su trước khi đưa lên màng nền. Hai trục quay ngược chiều nhau so với hướng chuyển động của màng.



**Fig. 13.** Gravure coaters (a) direct; (b) offset (12).

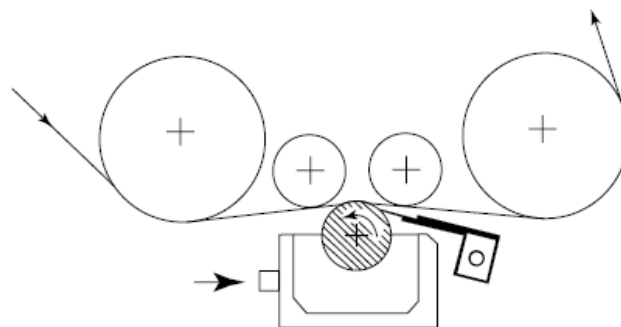
Các kiểu hoa văn được tạo trên trục.





**Fig. 14.** Common cell patterns in gravure coating: (a) quadrangle; (b) pyramid; and (c) trihelical (2).

Những năm 90, kỹ thuật tạo vi hoa văn (micro gravure) được giới thiệu. Áp dụng cho các lớp phủ có khối lượng nhỏ, điện tử, đóng gói, nguồn điện một chiều . . . Sử dụng các trục có đường kính nhỏ 20 -50mm. Kết hợp với phương pháp phủ ngược, sản phẩm có chất lượng rất tốt, khối lượng lớp phủ nhỏ. Hình dưới là sơ đồ nguyên lý.



**Fig. 15.** Side view sketch of Micro-Gravure™ coating head. Courtesy of Yasui-Seikei.

## 7.5. Phủ nhúng (Dip coating)

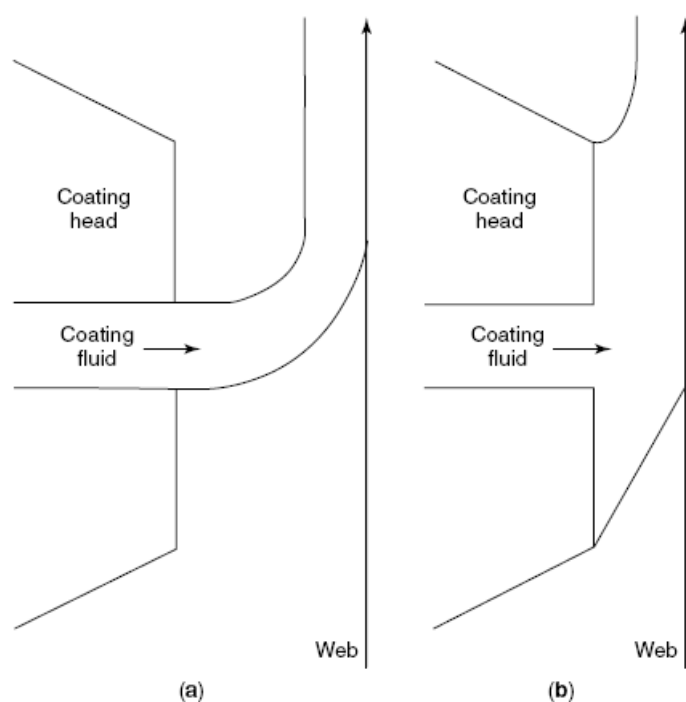
Màng chuyển động liên tục dưới trục phủ (applicator roll), nhúng ngập một phần trong thùng vật liệu phủ. Độ che phủ được xác định bởi tốc độ phủ và đặc tính của vật liệu phủ. Độ nhớt cao, tốc độ phủ cao sẽ làm tăng độ che phủ. Sức căng bề mặt ít ảnh hưởng. Phương pháp này áp dụng với các vật thể có hình dạng đặc biệt, không phẳng.

#### 7.6. Phủ đùn

Polymer nóng chảy có độ nhớt cao bị đẩy qua một khe hẹp lên bề mặt vật liệu nền. Tại đây, màng được làm lạnh, tạo nên lớp phủ.

Kiểu phủ này thường dùng trong CN đóng gói thực phẩm, với yêu cầu ngăn không khí, hơi. Sau đó hàn kín miệng lại.

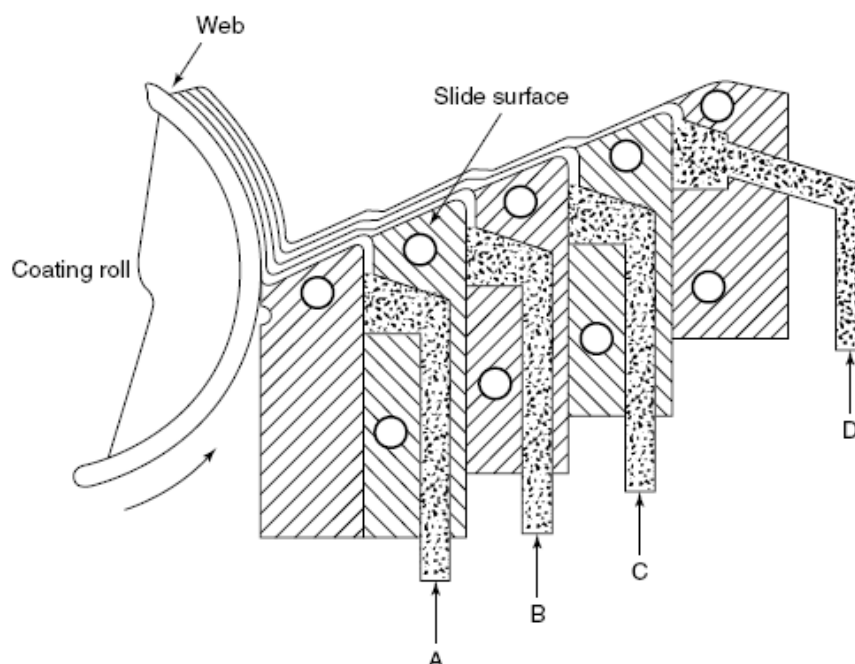
Không chế hợp lý nhiệt độ và áp suất là điều quan trọng đưa đến màng có chất lượng tốt. Thay đổi nhiệt độ sẽ thay đổi chiều dày của màng.



**Fig. 16.** Comparison of (a) extrusion coating and (b) slot coating.

#### 7.7. Phủ màng chắn (curtain coating)

Phương pháp này tạo màng mỏng hay tấm chắn lên một vật liệu nền khác. Chiều dày của tấm chắn điều khiển bằng tốc độ cấp liệu và độ mở của khe.



**Fig. 17.** A slide coater where A, B, C, and D correspond to the inlets for the liquids for layers 1, 2, 3, and the top layer, respectively (8,13).

Xuất hiện các bọt khí trên màng phủ do lượng ẩm trong không khí. Cần gia nhiệt sơ bộ để đuổi hơi nước khỏi nền. Tốc độ của màng có thể 500m/phút.

## 8. Các phương pháp phủ khác

### 8.1. Phun (spray)

Phun vật liệu phủ lên nền có hình dạng đặc biệt. Điển hình là sơn tĩnh điện

### 8.2. Nhúng (dip coating)

Nhúng vật nền vào dung dịch làm lớp phủ, khi đạt độ phủ nhất định, sản phẩm mang đi sấy khô.

### 8.3. Phủ quay (spin coating)

Chất lỏng tạo lớp phủ (thường ở dạng phân tán keo) được đặt vào trong mâm quay. Khi mâm quay, lực ly tâm đẩy dung dịch bắn ra ngoài tạo nên lớp phủ rất mỏng, đồng đều. Bằng phương pháp này, có thể tạo ra lớp phủ có cấu trúc nhiều lớp.

#### 8.4. Phủ trong chân không

Bằng phương pháp này, một lớp phủ rất mỏng có thể tạo nên trên nền bán dẫn, gốm sứ, thiết bị quang điện . . .

Ở áp suất chân không cao, các kim loại bị nung nóng hay bị các dòng electron bắn phá sẽ bay hơi và bám vào vật liệu nền (Al, Au, Cu).