



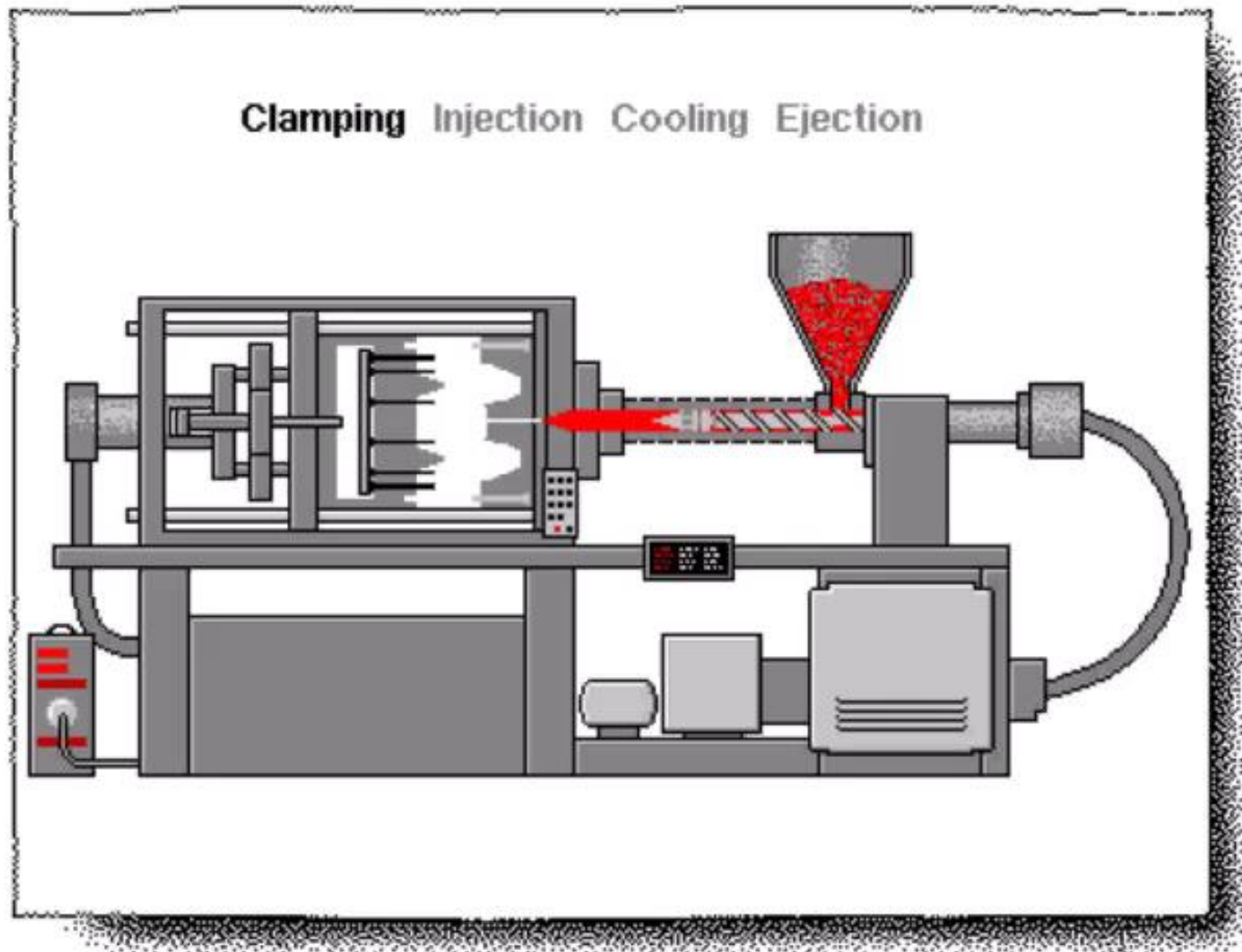
Topic 8. HỆ THỐNG LÀM NGUỘI

Content

I. Tầm quan trọng và mục đích

II. Thiết kế hệ thống làm nguội

I- Tầm quan trọng và mục đích



I- Tầm quan trọng và mục đích

1. Tầm quan trọng

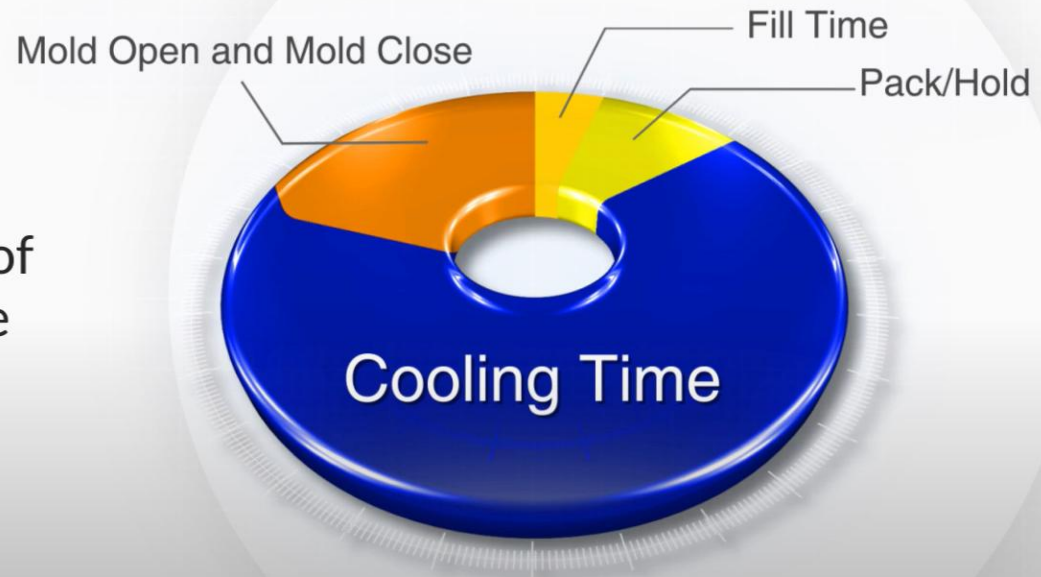
Thời gian làm nguội chiếm ~60% chu kỳ

How to Validate Your Conformal Cooling Designs with Moldex3D

Moldex3D

COOLING

is the longest portion of injection molding cycle



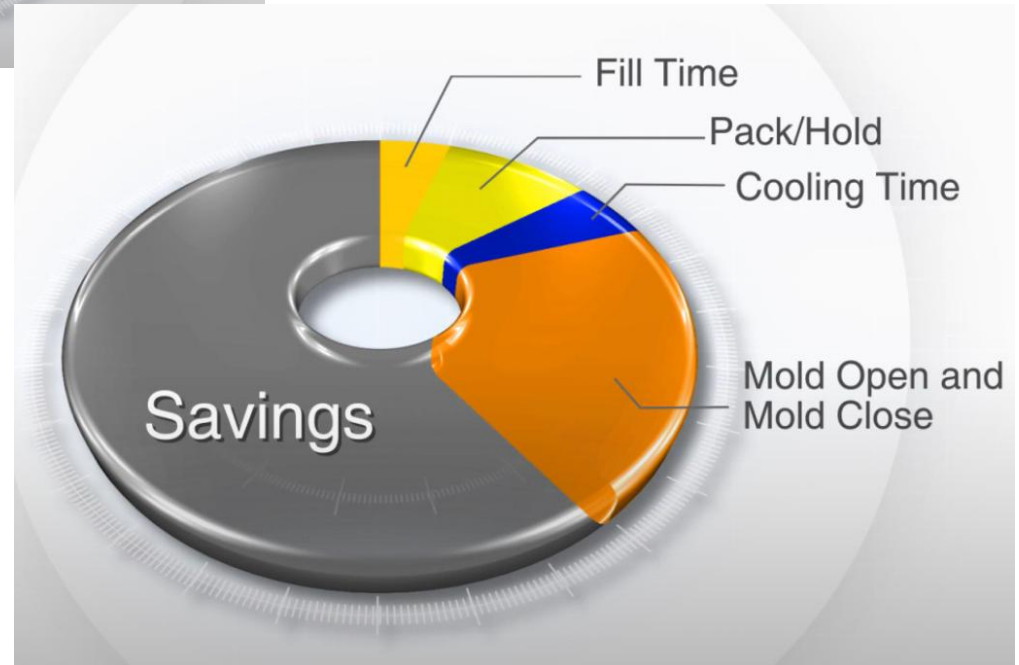
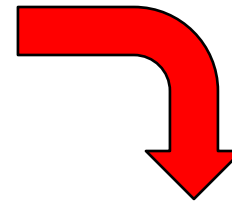
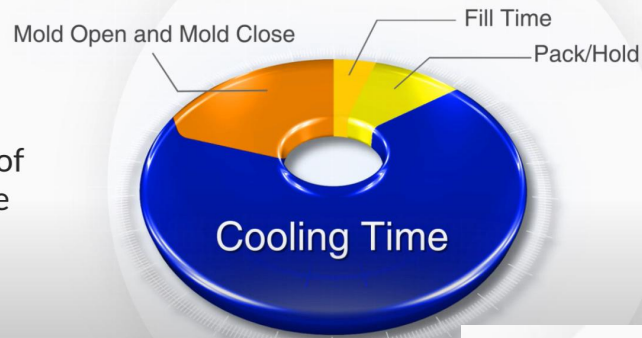
I- Tầm quan trọng và mục đích

How to Validate Your Conformal Cooling Designs with Moldex3D

Moldex3D

COOLING

is the longest portion of injection molding cycle



I- Tầm quan trọng và mục đích

2. Mục đích

- Giúp sản phẩm nguội nhanh và đồng đều, tránh gây ra biến dạng và tạo thành phế phẩm
- Giảm thời gian chu kỳ → tăng năng xuất

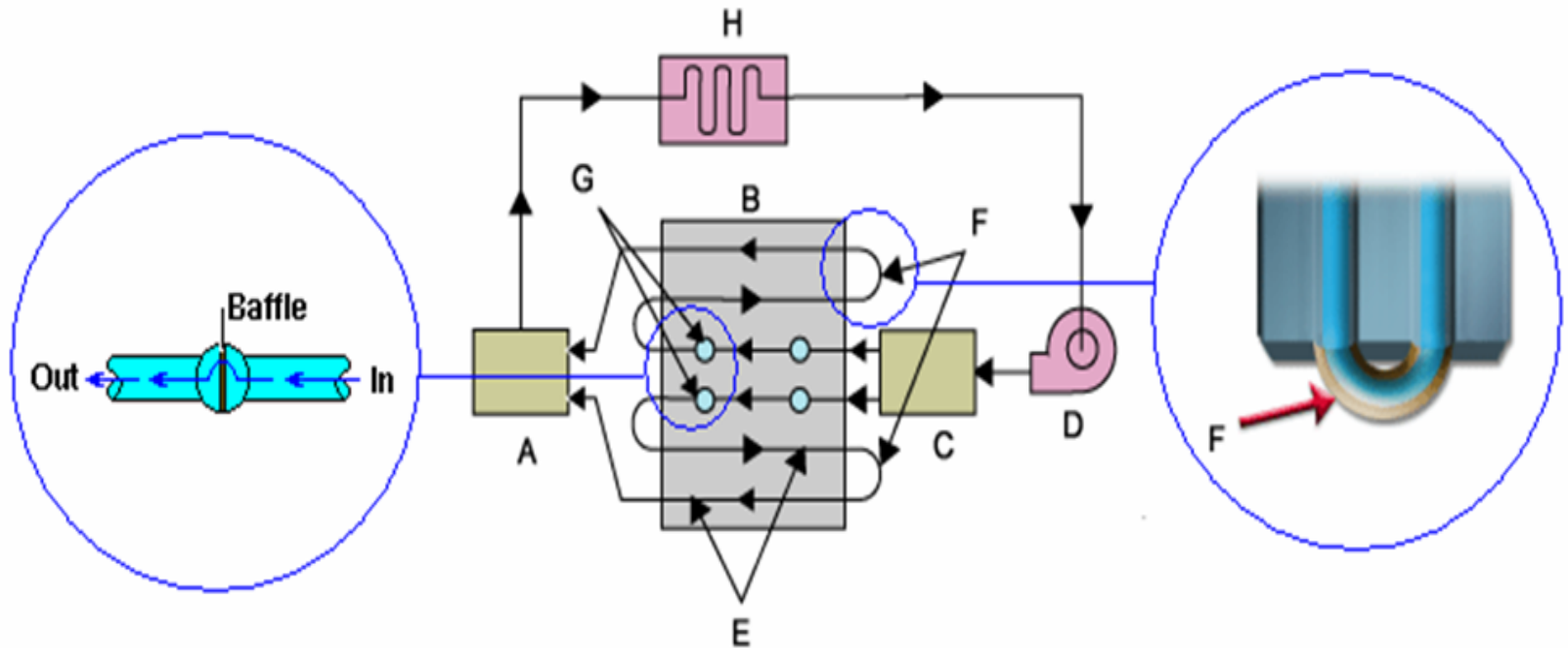
I- Tầm quan trọng và mục đích

3. Một số chất ổn định nhiệt

Chất ổn định nhiệt	Nhiệt độ làm việc(C)
Chất chống đóng băng (glycol/nước)	-20 → 0
Nước chống làm lạnh hoặc nước gia nhiệt	0 → 90
Dầu truyền nhiệt	90 → 200
Gia nhiệt điện	150 → 450

II- Hệ thống làm nguội

1. Các thành phần của hệ thống làm nguội trong khuôn ép nhựa



A: Bể chứa dung dịch làm nguội (Collection manifold)

B: Khuôn (Mold)

C: Ống cung cấp chất làm nguội (Supply manifold)

D: Bơm (Pump)

E: Kênh làm nguội (Regular Cooling Channels)

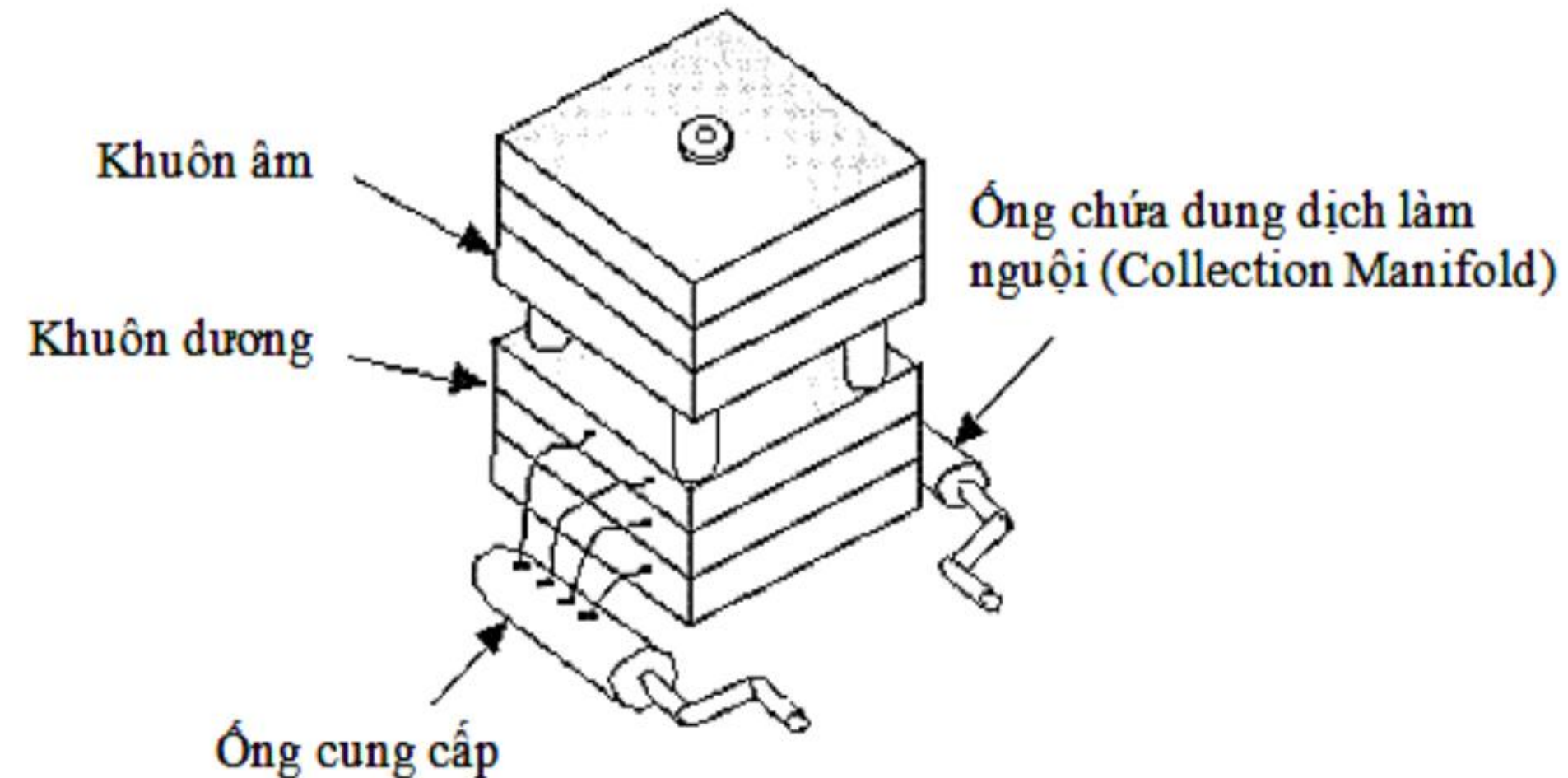
F: Ống dẫn (Hoses)

G: Vách làm nguội (Baffle)

H: Bộ điều khiển nhiệt độ (Temperature Controller)

II- Hệ thống làm nguội

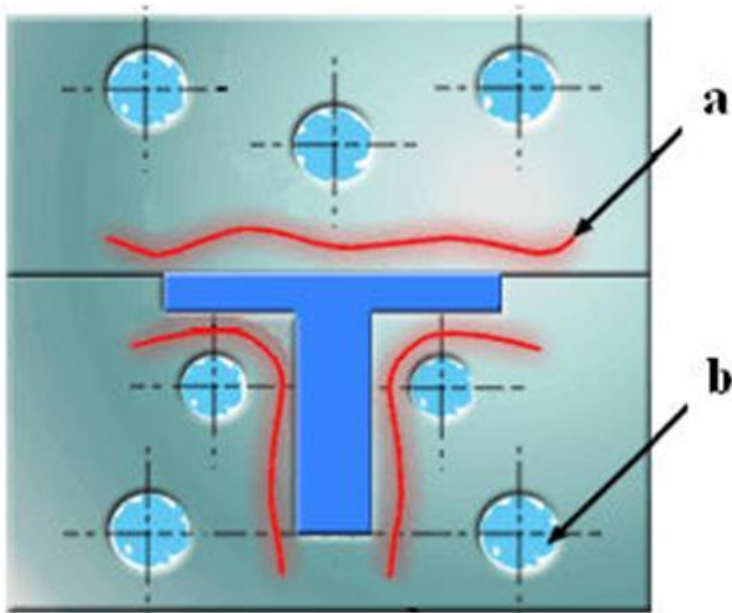
Hệ thống làm nguội trên khuôn:



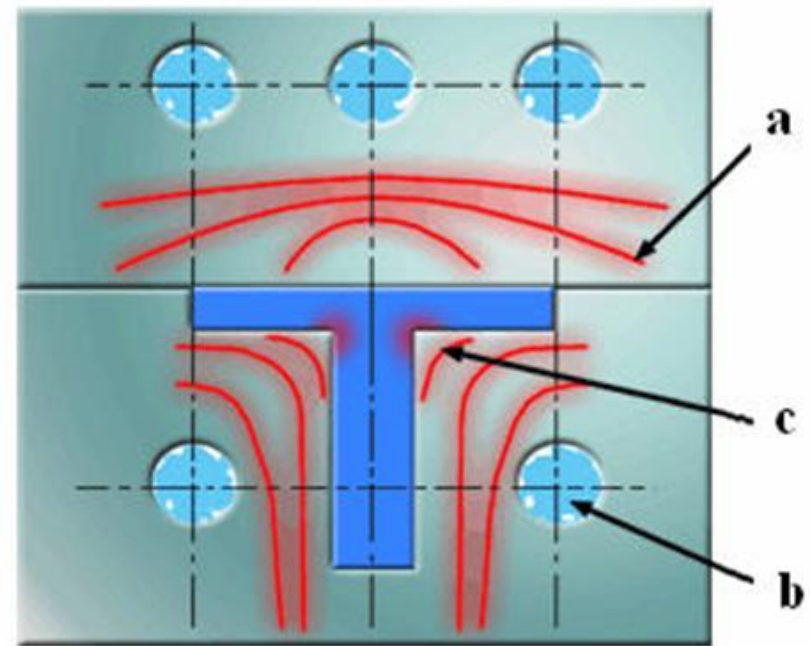
II- Hệ thống làm nguội

2. Thiết kế kênh dẫn nguội

- Đảm bảo làm nguội đồng đều toàn sản phẩm



Làm nguội đều

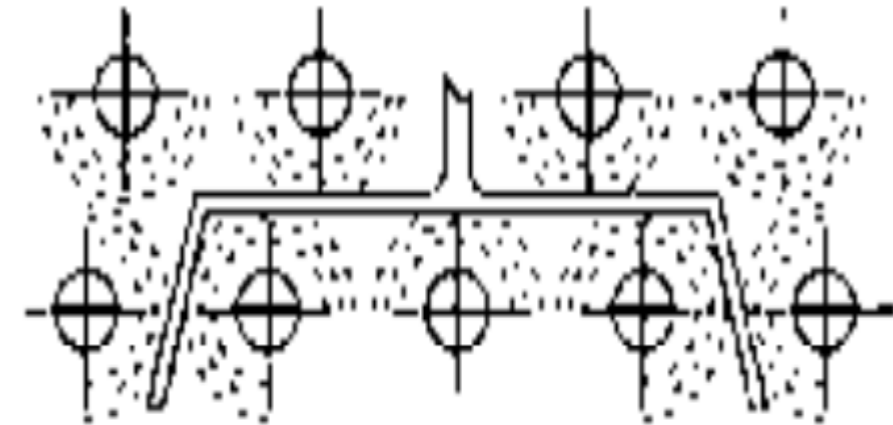


Làm nguội không đều

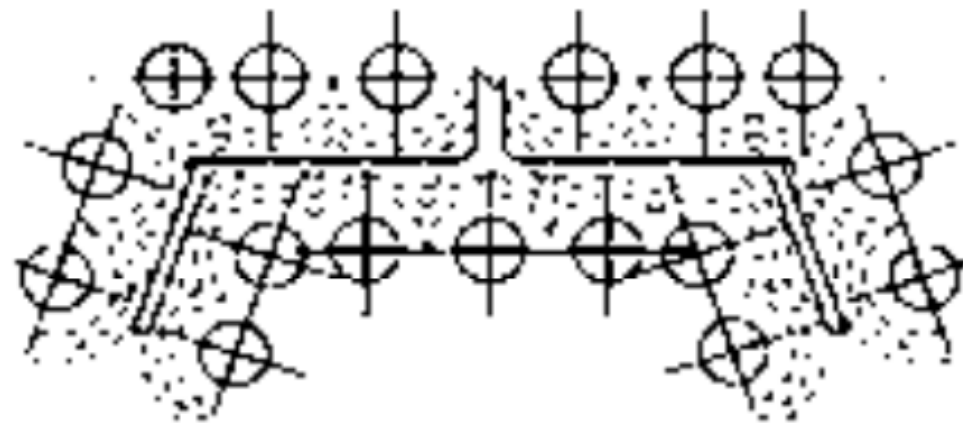
a: Đường đẳng nhiệt b: Kênh dẫn nguội c: Đốm nóng

II- Hệ thống làm nguội

- Kênh dẫn nguội nên để gần mặt lòng khuôn để có thể giải nhiệt tốt hơn.
- Đường kính của rãnh dẫn nguội nên không đổi trên toàn bộ chiều dài kênh để tránh sự ngắt dòng sẽ làm trao đổi nhiệt không tốt.



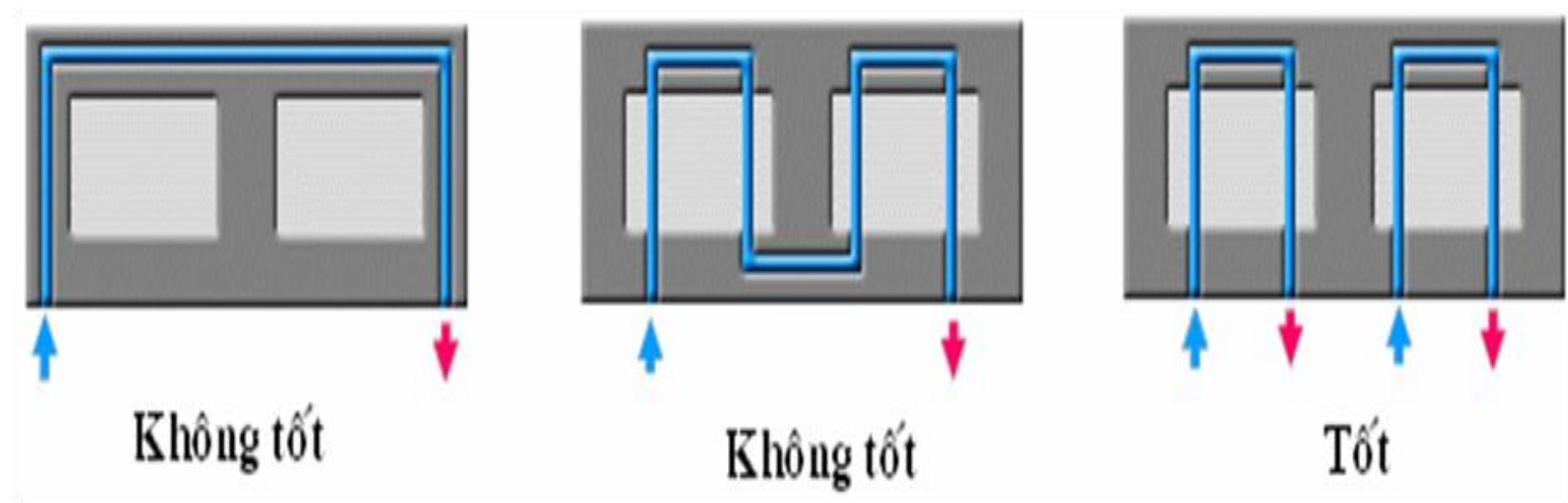
Làm nguội đều



Làm nguội không đều

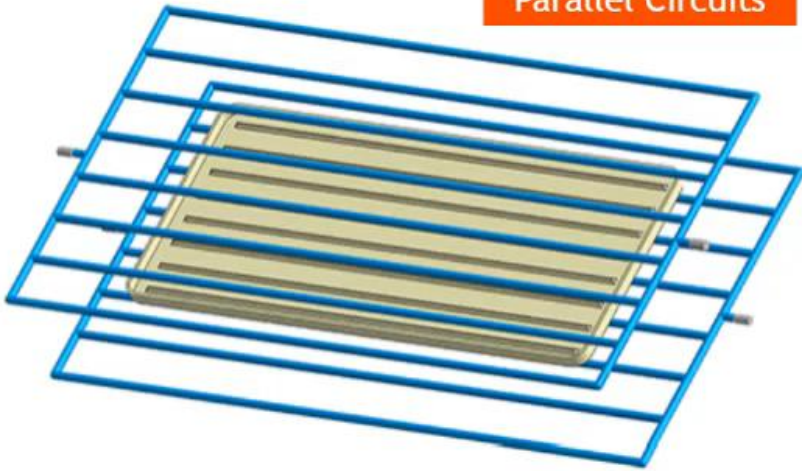
II- Hệ thống làm nguội

- Thiết kế đường nước sao cho có 1 đầu vào và 1 đầu ra.
- Nên chia kênh làm nguội thành nhiều vòng làm nguội.
- Nhiệt độ ở đầu vào và đầu ra càng ít chênh lệch càng tốt ($1-5^{\circ}$).

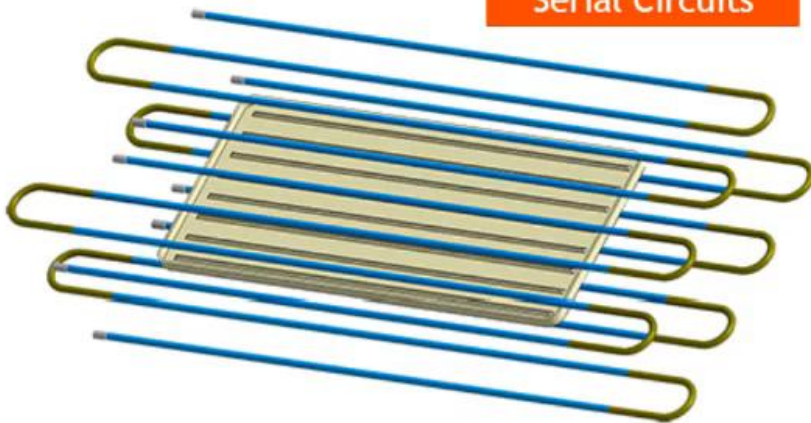


II- Hệ thống làm nguội

Parallel Circuits



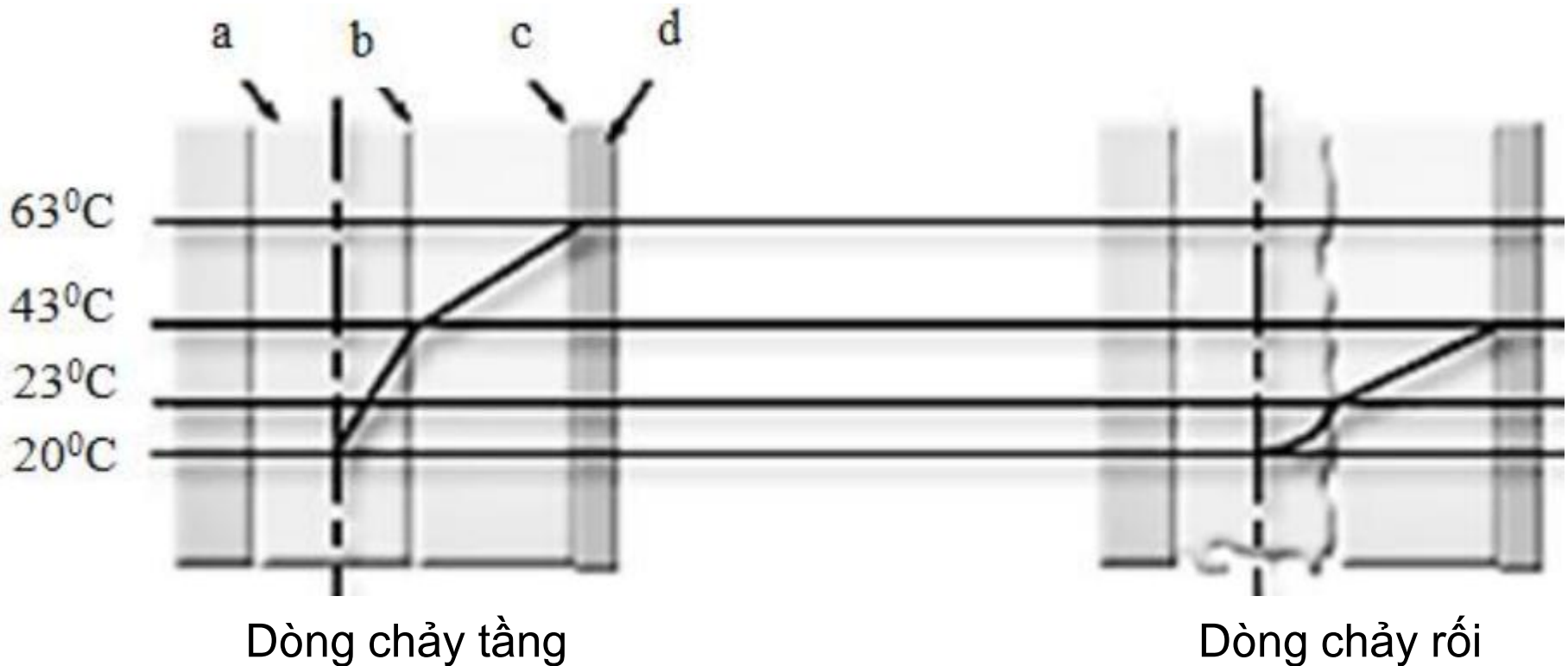
Serial Circuits



[<https://www.youtube.com/watch?v=18lCa7FV0Wk&t=66s>]

II- Hệ thống làm nguội

- Kênh làm nguội phải được khoan có độ nhám để tạo dòng chảy rối sẽ giúp trao đổi nhiệt tốt hơn dòng chảy tầng 3-5 lần.



A: Chất làm nguội b: Bề mặt nước/kim loại c: Thành khuôn d: Chi tiết nhựa

II- Hệ thống làm nguội

- Dòng chảy rối được đặc trưng bởi số Reynold (Re).

Reynold	Trạng thái dòng chảy
$Re > 10000$	Chảy rối
$2300 < Re < 10000$	Chảy tiếp
$100 < Re < 2300$	Chảy tầng
$Re < 100$	Ứ đọng

II- Hệ thống làm nguội

➤ Số Reynold có thể tính theo công thức sau:

$$Re = \frac{\rho \cdot U \cdot d}{\mu}$$

ρ : khối lượng riêng của chất làm nguội (kg/m^3)

U : vận tốc trung bình của dòng chất làm nguội (m/s)

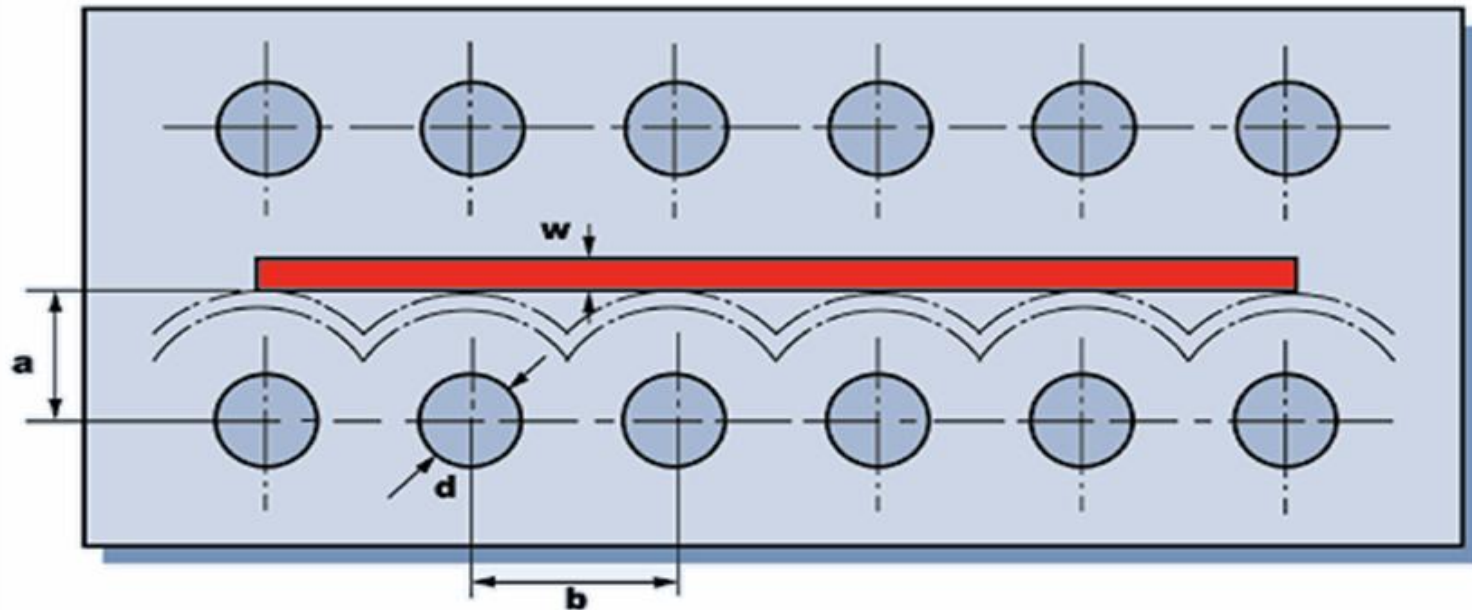
d : đường kính kênh làm nguội (m)

μ : độ nhớt (m^2/s)

II- Hệ thống làm nguội

➤ Kích thước làm nguội cho thiết kế

"w"	"d"	"a"	"b"
<i>wall thickness of the product mm (in)</i>	<i>diameter of the cooling channels mm (in)</i>	<i>center distance with respect to mold cavity</i>	<i>center distances between cooling channels</i>
2 (0.08)	8-10 (0.31-0.40)		
2-4 (0.08-0.16)	10-12 (0.40-0.47)	2-2.5d	2-3d
4-6 (0.16-0.24)	12-14 (0.47-0.55)		



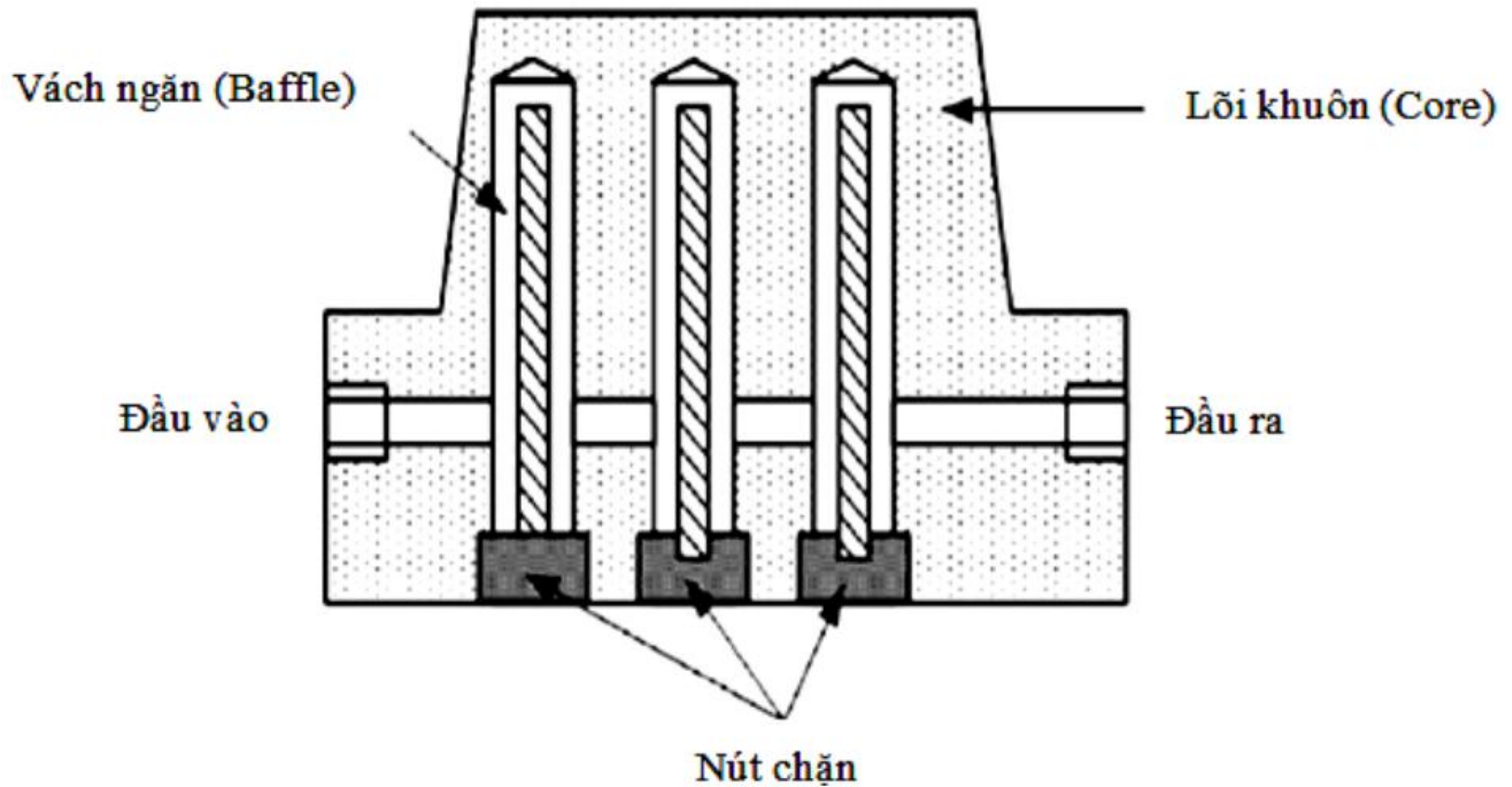


[<https://www.youtube.com/watch?v=60052AWpRkk>]

II- Hệ thống làm nguội

3. Làm nguội lõi khuôn

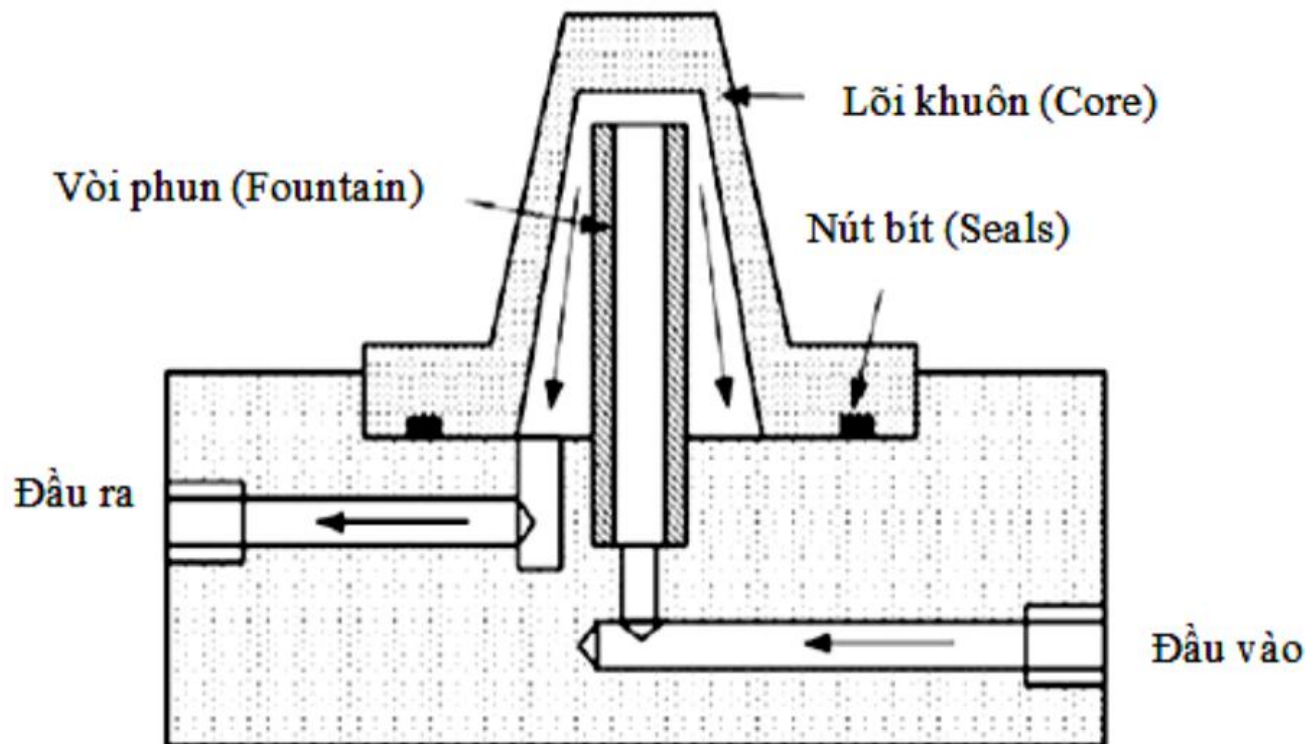
a. **Làm lạnh có vách ngăn:** Đây là 1 hệ thống đơn giản cho việc làm nguội những lõi nhỏ.



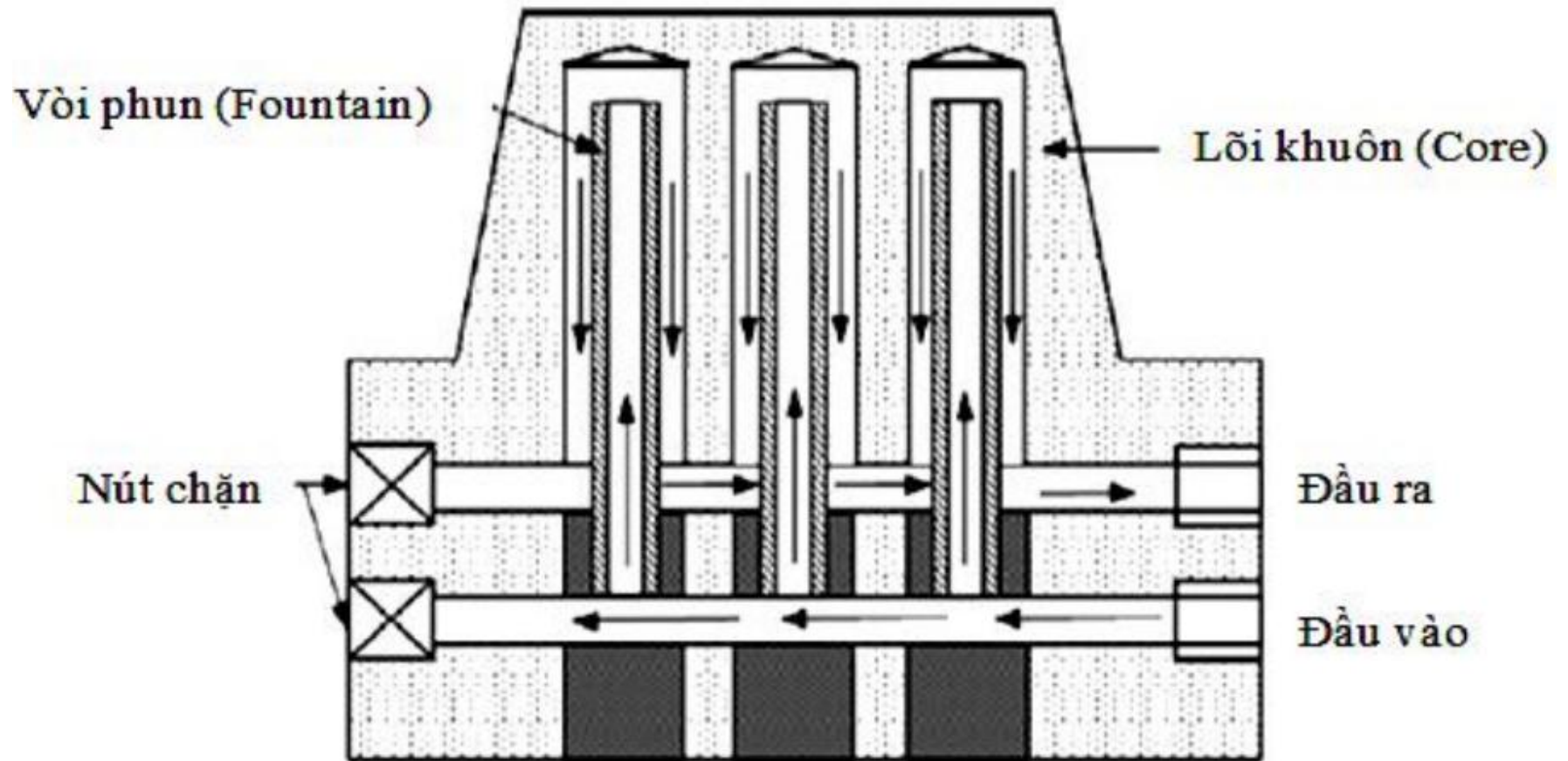
II- Hệ thống làm nguội

b. Kiểu vòi phun

- Hệ thống kiểu vòi phun cho năng suất cao hơn so với kiểu vách ngăn (Baffle) và giúp phân bố giải nhiệt đều khắp trên khuôn.
- Với hệ thống này, nước làm nguội sẽ đi vào ở giữa và rẽ sang 2 bên nên khả năng giải nhiệt đều.



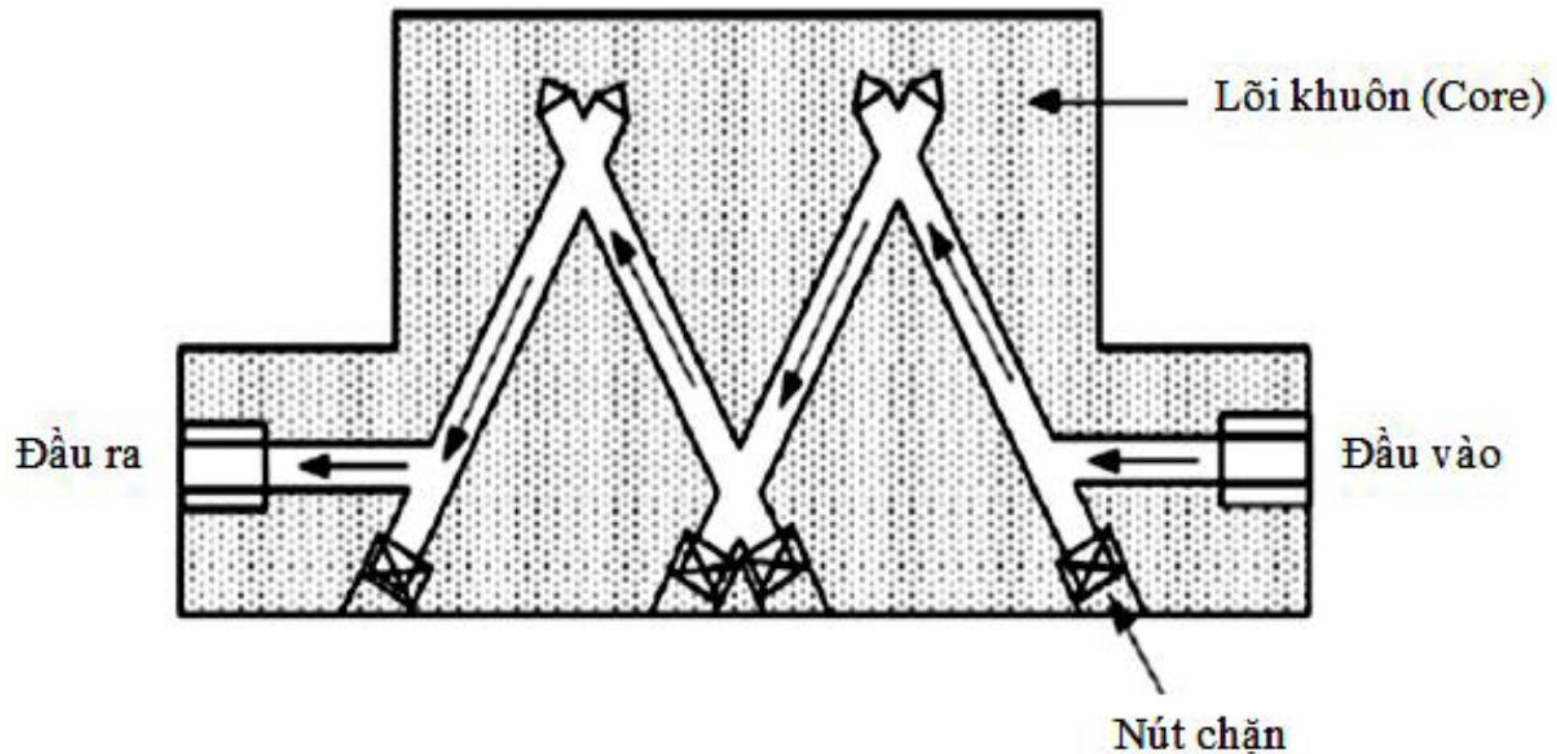
II- Hệ thống làm nguội



II- Hệ thống làm nguội

c. Thiết kế hệ thống dạng lỗ góc

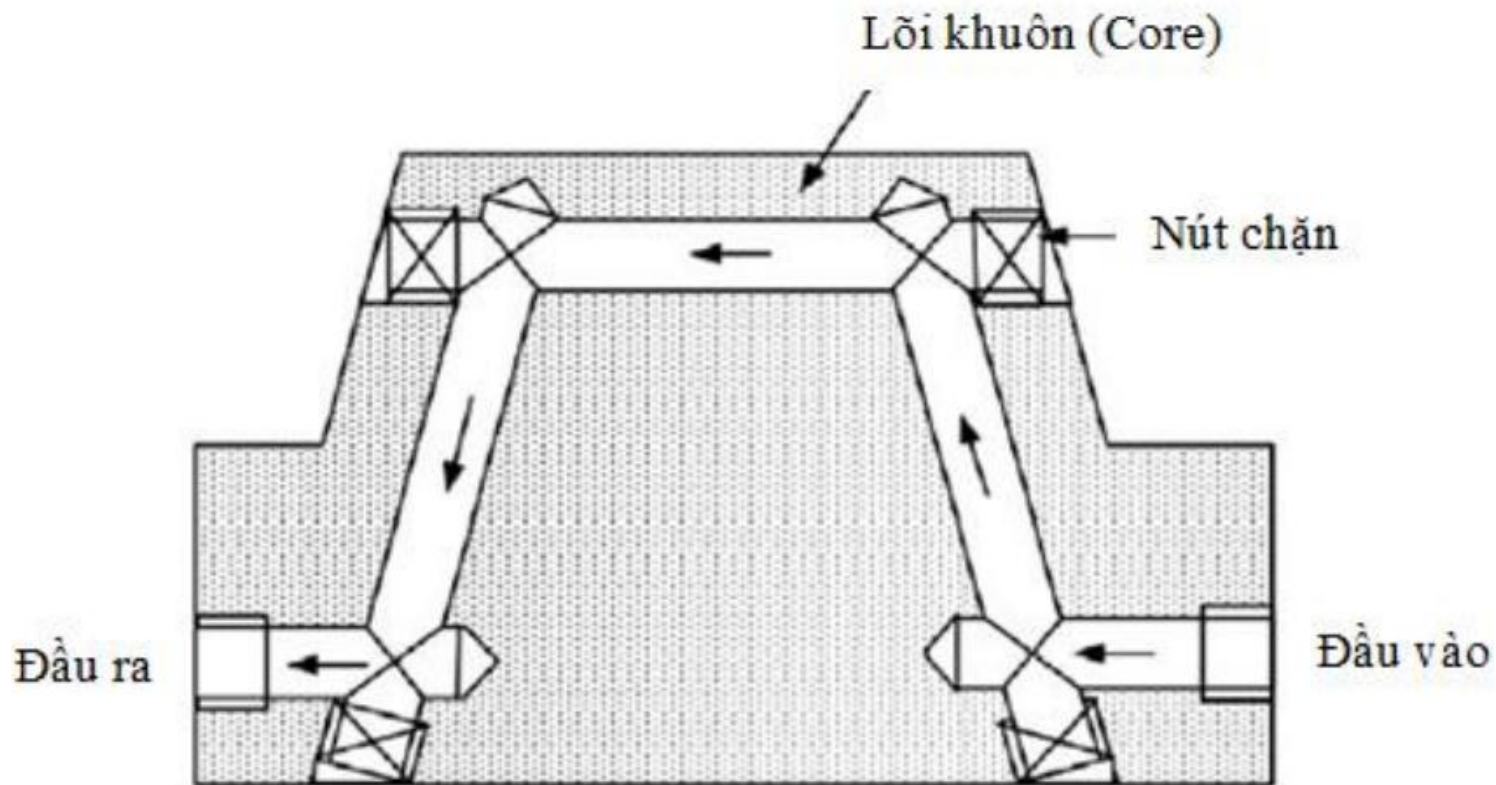
Nguy hiểm nếu phoi trong quá trình khoan những lỗ góc bị kẹt lại.



II- Hệ thống làm nguội

d. Hệ thống làm lạnh dạng lỗ từng bước

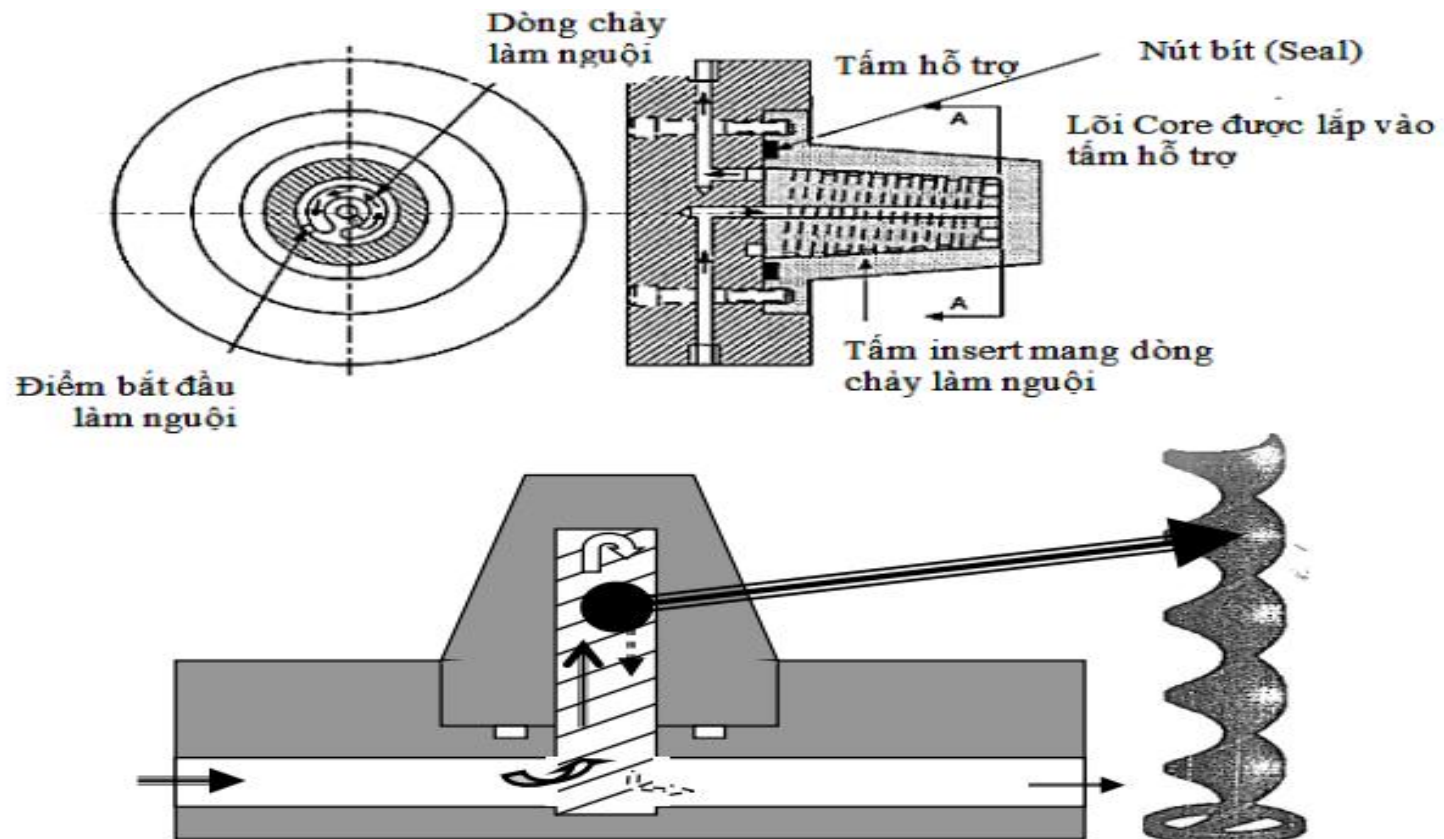
Hệ thống này thì dễ thiết kế hơn so với hệ thống Angled hole, nhưng nhược điểm của hệ thống này là sau khi những lỗ được khoan phải bịt một đầu lại để điều chỉnh dòng chảy → **Có thể bị hỏng dẫn đến rò rỉ.**



II- Hệ thống làm nguội

e. Hệ thống làm nguội dạng xoắn ốc

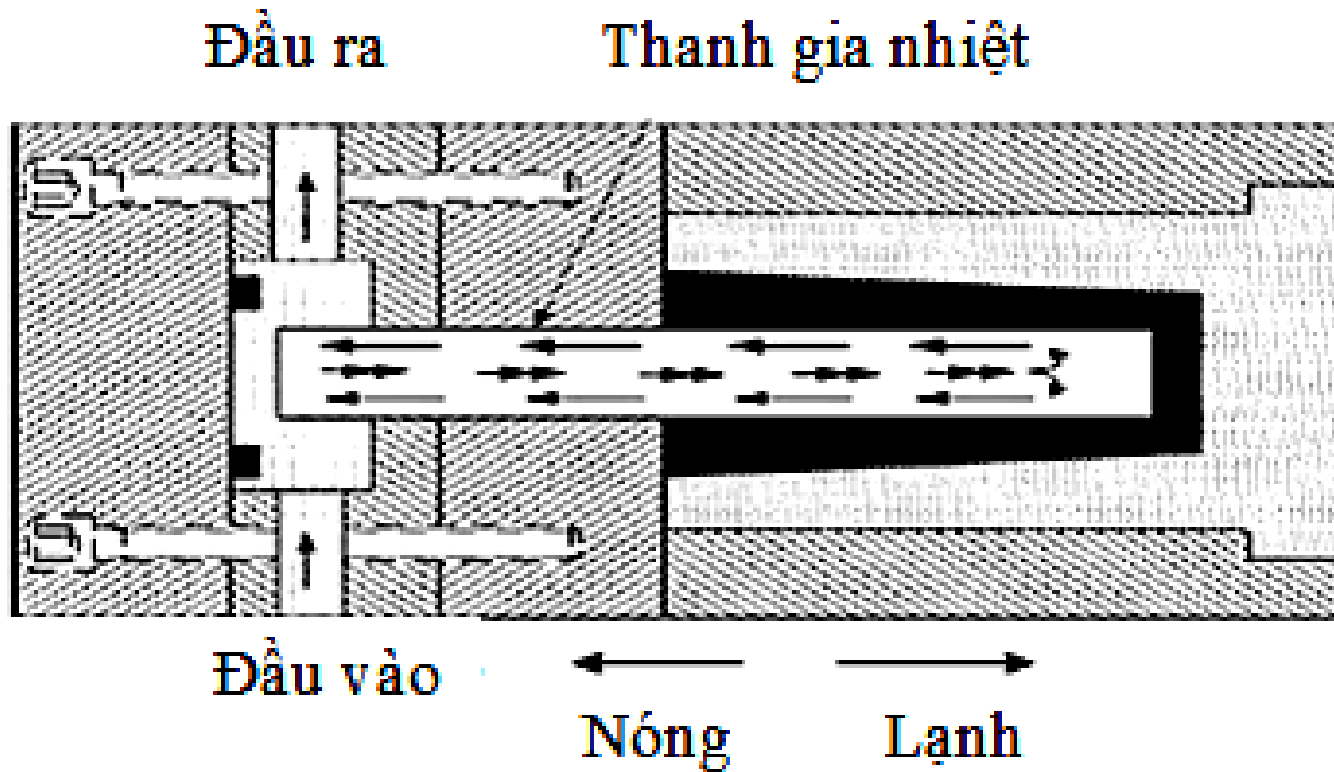
- Đối với những lõi dạng trụ đường kính lớn hơn 50mm;
- Cung cấp đường làm nguội đều và năng suất hơn, có khả năng điều khiển nhiệt độ tốt.



II- Hệ thống làm nguội

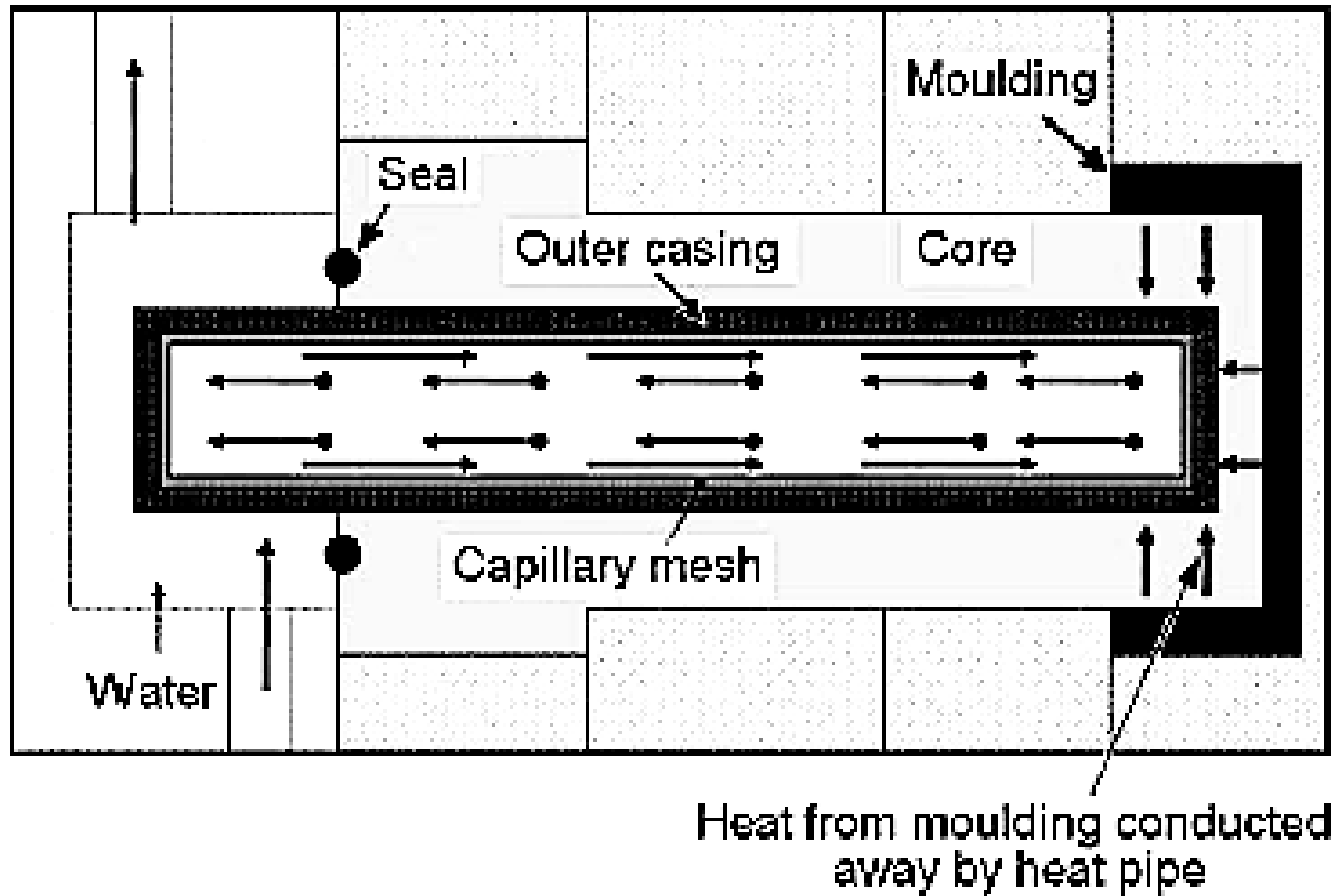
f. Các dạng giải nhiệt khác

- Dùng thanh giải nhiệt (Heat rod)



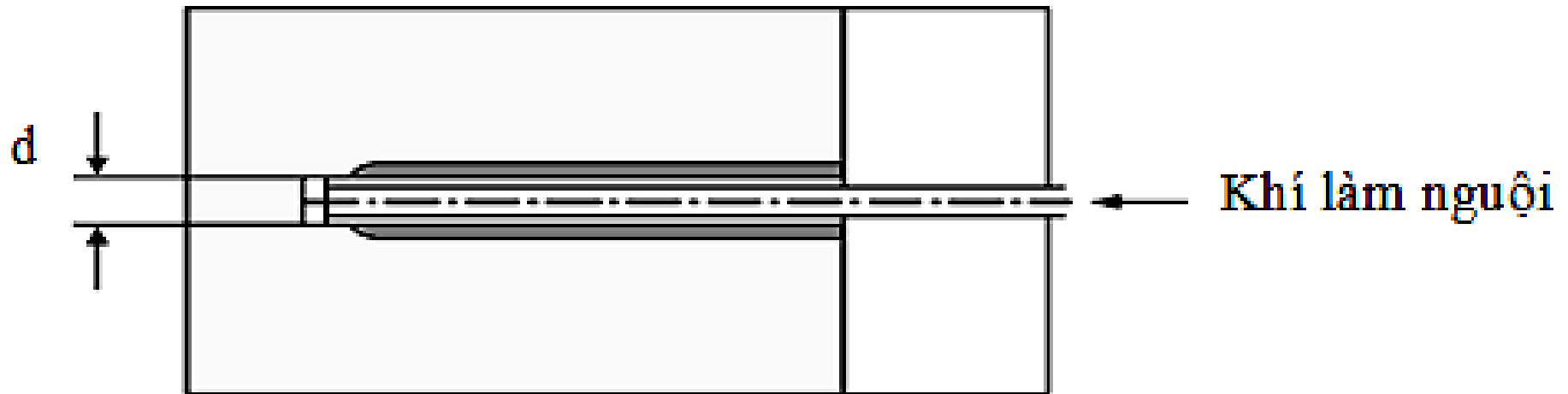
II- Hệ thống làm nguội

➤ Ống dẫn nhiệt (Heat pipe)



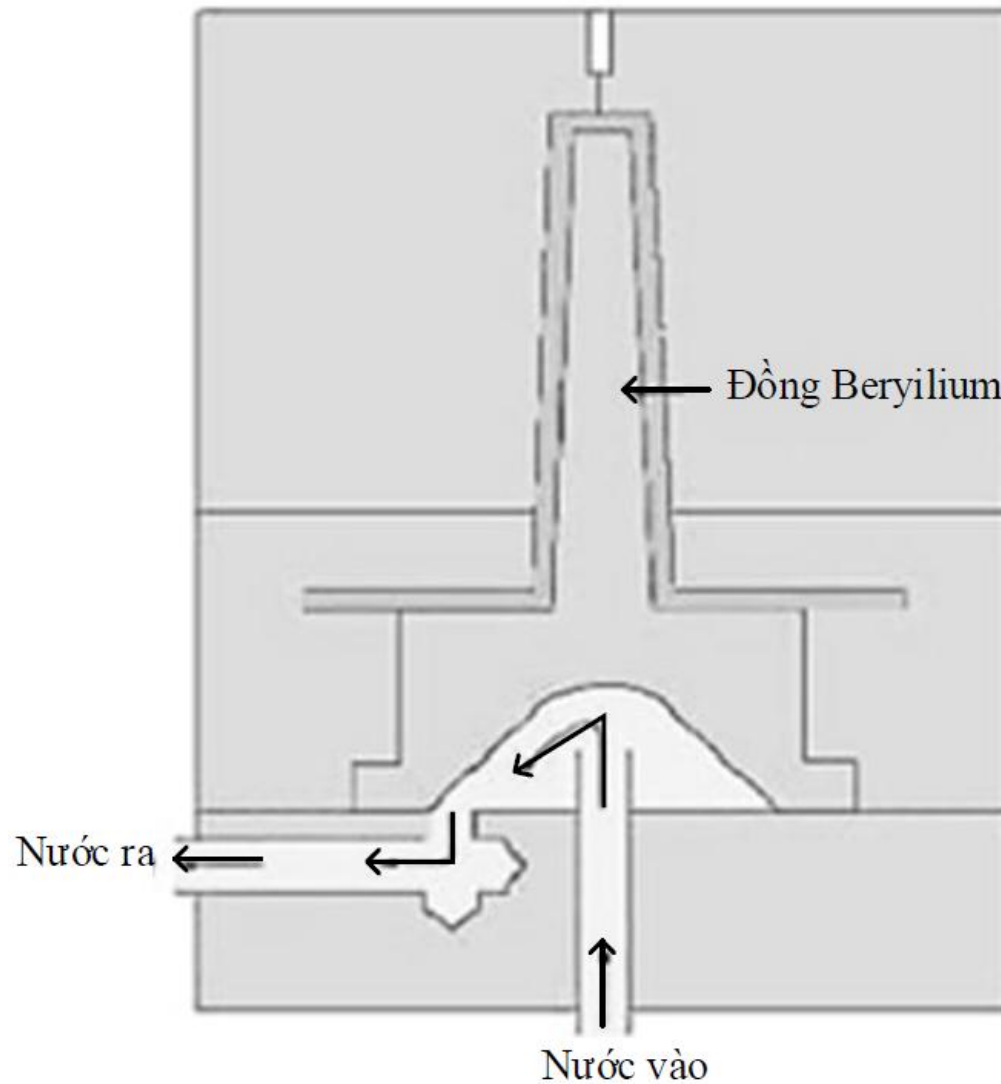
II- Hệ thống làm nguội

- Làm nguội bằng khí (đối với lõi nhỏ, $d \leq 3\text{mm}$)



II- Hệ thống làm nguội

- Làm lõi bằng vật liệu có độ dẫn nhiệt cao như đồng hoặc đồng berilium



LEVEL 1

Section 4:
Mold Design
Cooling

Lesson 7: Thermal Pins

Copyright © Kruse Training, Inc. All Rights Reserved

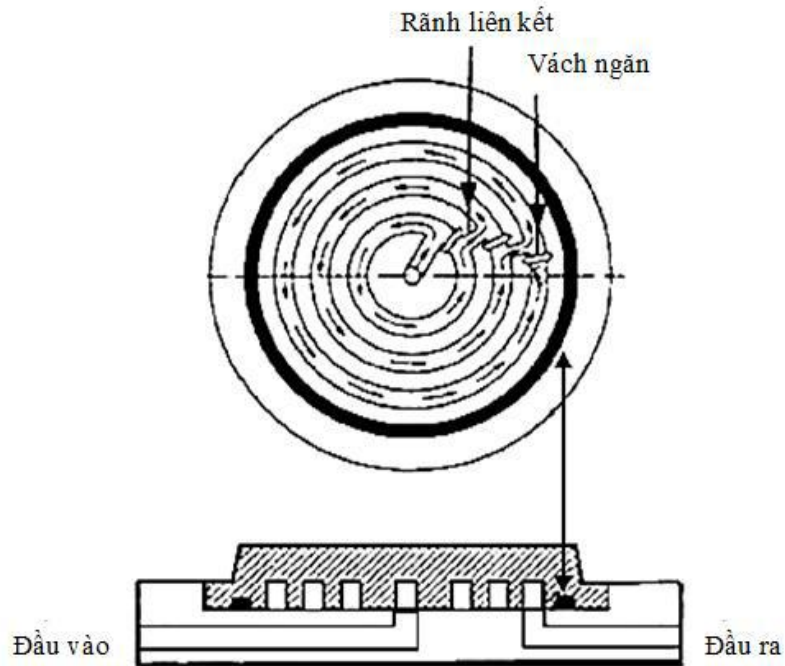
[<https://www.youtube.com/watch?v=lqdjaUOkdSg&t=168s>]

TÓM TẮT THIẾT KẾ HỆ THỐNG LÀM LẠNH LỖI KHUÔN (CORE)

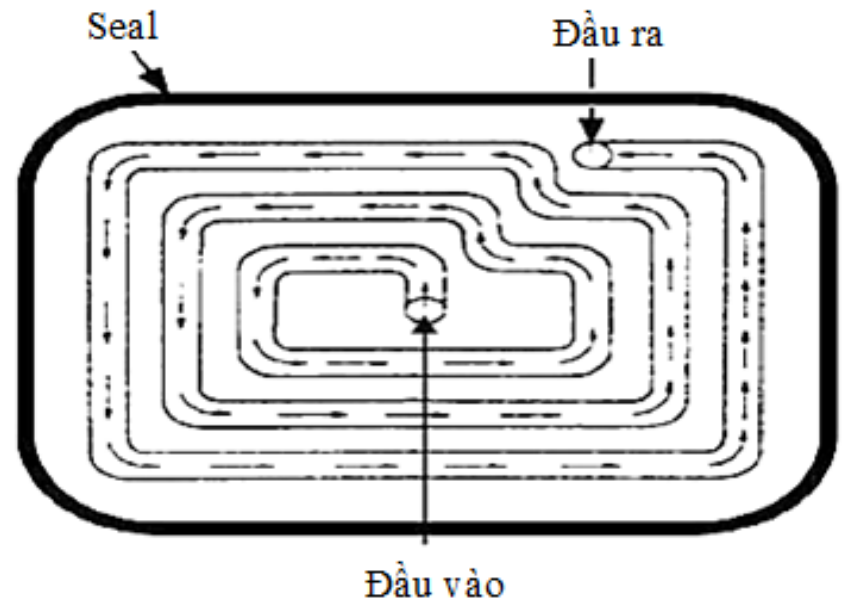
Bề rộng lõi khuôn	Kiểu làm lạnh
3mm	Làm lạnh bằng khí
5÷8mm	Thanh nhiệt, ống nhiệt, đồng berry
8÷40mm	Kiểu vòi phun
>40mm	Kiểu xoắn ốc
Lớn hơn	Xoắn ốc đôi và vòi phun

II- Hệ thống làm nguội

4. Làm nguội lòng khuôn

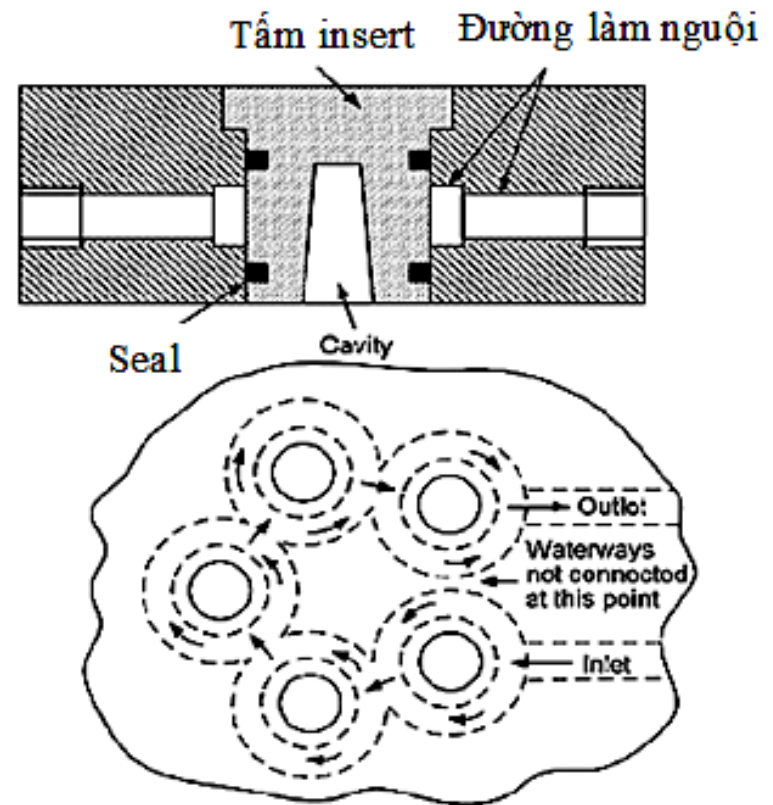
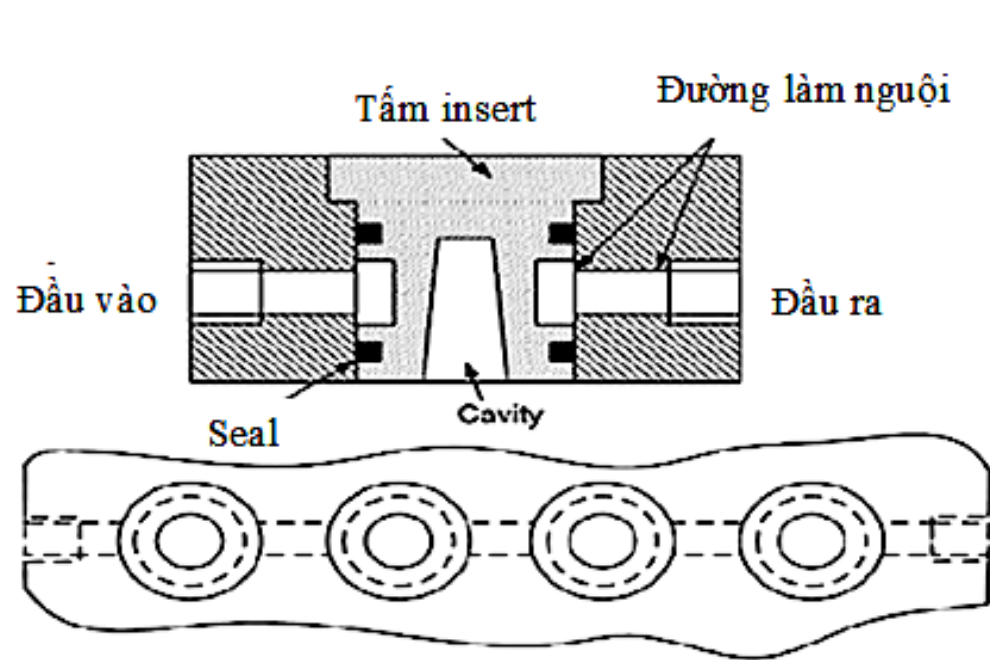


Hệ thống làm lạnh Cavity dạng tròn



Làm lạnh Cavity dạng chữ nhật

II- Hệ thống làm nguội



Hệ thống làm lạnh dạng vành khuyên

5. Tính lưu lượng nước làm nguội

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta_p \times \pi^2 \times g \times D^5}{8 \times \lambda \times L}}$$

- + Δp : Tổn thất áp dọc đường trong kênh nguội.
- + g : Hệ số gia tốc trọng trường, $g = 9.81(\text{m/s}^2)$.
- + L : tổng chiều dài của kênh nguội.
- + D : đường kính kênh nguội.
- + λ : hệ số tổn thất.

II- Hệ thống làm nguội

Lưu lượng nước tối thiểu tương ứng với đường kính kênh nguội

Đường kính kênh nguội (mm)	Lưu lượng nước tối thiểu (lít/phút)
8	2,84
10	3,41
14	5,11
16	5,68
20	6,82
25	9,46

6. Tính toán thời gian làm nguội

Trường hợp đơn giản, tính thời gian làm nguội với độ dày thành sản phẩm từ 1÷4 mm, nhiệt độ thành khuôn dưới 60°C có thể sử dụng công thức:

$$T_c = S_{\max} \times (1 + 2 \times S_{\max})$$

S_{\max} : thành dày nhất của sản phẩm



Questions?