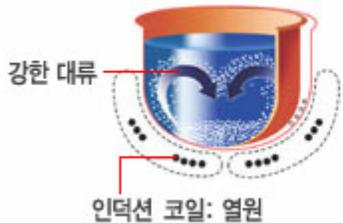


내솥의 최적설계

IH 방식 (전자유도 가열방식)



소용돌이 전류(와전류)



팀명 : V.S.Tech

2003007431 선웅

2003007516 이민상

2003008188 이창훈

내솥의 최적설계(1)

◇ Step 1: Problem Statement

- 용량 5ℓ(10인분)인 내솥 설계에 있어서 안전도를 유지하며 필요한 재료의 비용을 최소화하는 것을 목표로 한다.

단, 내솥의 기본 규격 r , h 는 표면적이 최소가 되도록 하며, 스테인리스와 알루미늄의 이중구조로 설계한다. 또한 15분안에 조리가 완료되는 성능을 가져야한다.

내솜의 최적설계(2)

◇ Step 2 : Data and Information

$$V = 5000\text{cm}^3$$

r = 반지름

h = 내솜 원통부분 높이

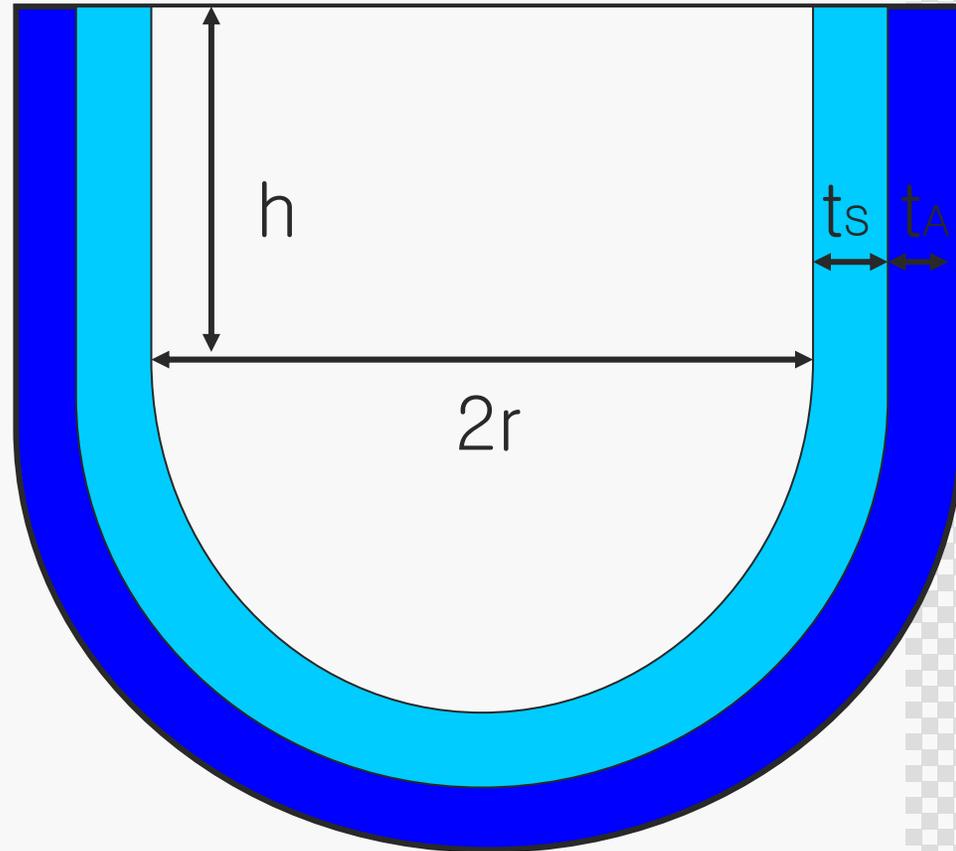
P = 압력

T_1 = 가열 온도(600°C)

T_2 = 내부 온도(200°C)

1. 스테인리스 $\Rightarrow \rho_s = 7920\text{kg}/\text{m}^3$
 $\sigma_u = 655\text{MPa}$
 $k_s = 27\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$
단가 $_s = 2700\text{원}/\text{kg}$

2. 알루미늄 $\Rightarrow \rho_A = 2707\text{kg}/\text{m}^3$
 $\sigma_u = 110\text{MPa}$
 $k_A = 204\text{W}/\text{m}\cdot^\circ\text{C}$
단가 $_A = 2568\text{원}/\text{kg}$



내솜의 최적설계(3)

$$\sigma_{allow} = \frac{Pr}{t} \quad , \quad FS(\text{안전 계수}) = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{allow}} = 3$$

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{th}} \quad (= \frac{Q}{time})$$

$$(R_{th})_{cyl} = \frac{\ln(r_o / r_i)}{2\pi kL} \quad , \quad (R_{th})_{plane} = \frac{L}{kA}$$

최소 면적 구하기

$$\text{Minimize } f(r, h) = 2\pi rh + 2\pi r^2$$

$$\text{Constraints : } V = \pi r^2 h + \frac{2}{3}\pi r^3$$

$$1.3r > h$$

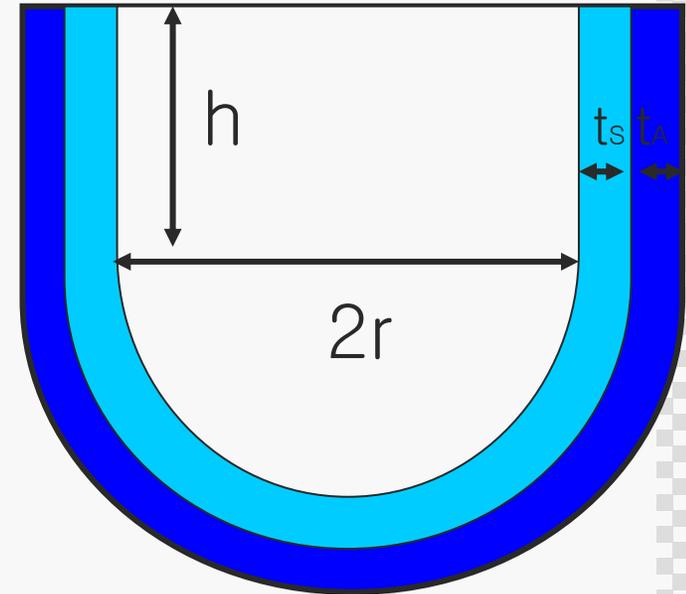
내솜의 최적설계(4)

- Step 3 : Definition of design variables

$t_S = \text{thickness of Stainless}$

$t_A = \text{thickness of Aluminum}$

- Step 4 : Identification of Criterion to Be Optimized



$$V_S = \pi(r+t_S)^2 h + \frac{2}{3} \pi(r+t_S)^3 - [\pi r^2 h + \frac{2}{3} \pi r^3]$$

$$V_A = \pi(r+t_S+t_A)^2 h + \frac{2}{3} \pi(r+t_S+t_A)^3 - [\pi(r+t_S)^2 h + \frac{2}{3} \pi(r+t_S)^3]$$

$$f(t_S, t_A) = \rho_S V_S \times \text{단가}_S + \rho_A V_A \times \text{단가}_A$$

내솜의 최적설계(5)

◆ Step 5 : Identification of constraints

$$(1) g_1 : t_S + t_A \geq t_{cr}$$

$$FS = 3 = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{allow}}, \quad \frac{Pr}{t_{cr}} = \frac{\sigma_u}{3} \quad (\text{단 } \sigma_u \text{는 둘 중 작은 것을 택한다})$$

$$t_{cr} = \frac{3 Pr}{\sigma_u} \quad \therefore g_1 : t_S + t_A \geq \frac{3 Pr}{\sigma_u}$$

$$(2) g_2 : \dot{Q}_{cyl} + \dot{Q}_{plate} \geq \dot{Q}$$

$$\dot{Q}_{cyl} = \frac{(T_1 - T_2)}{(R_{th})_{cyl}}, \quad (R_{th})_{cyl} = \frac{\ln\left(\frac{r + t_S}{r}\right)}{2\pi k_S h} + \frac{\ln\left(\frac{r + t_A}{r + t_S}\right)}{2\pi k_A h}$$

$$\dot{Q}_{plate} = \frac{(T_2 - T_1)}{(R_{th})_{plate}}, \quad (R_{th})_{plate} = \frac{t_1}{k_S A} + \frac{t_2}{k_A A} \quad (\text{단 } A = 2\pi \left(\frac{r + t_1 + t_2}{2}\right)^2)$$