

Számítsuk ki először a merülőforraló teljesítményét! m tömegű víz hőmérsékletének ΔT -vel való emeléséhez $\Delta Q = cm\Delta T$ hő szükséges. Ezt az energiát a merülőforraló Δt idő alatt adta le, így mivel a merülőforraló hatásfoka gyakorlatilag 100 %, teljesítménye

$$P = \Delta Q / \Delta t = cm\Delta T / \Delta t,$$

amely adatainkkal 1047 W-nak adódik.

A $P = U^2/R$ összefüggést felhasználva ($U = 220$ V a feszültség), az ellenállásra $R = 46,2 \Omega$ értéket kapunk. l hosszúságú. A keresztmetszetű, ρ fajlagos ellenállású huzal ellenállása $R = \rho l/A$. Az eszköz méretét főleg a felhasznált huzal hossza határozza meg. A hossz $l = RA/\rho$ képletéből láthatjuk, hogy kisméretű eszköz készítéséhez kis keresztmetszetű, nagy fajlagos ellenállású huzalt kell választanunk. Ilyen például a kanthál (fajlagos ellenállása $1,39 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$), a krómnikkel (fajlagos ellenállása $0,85 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$), a konstantán (fajlagos ellenállása $0,43 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$). Ha a merülőforralót kanthálból készítjük, és $A = 0,1 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű huzalt választunk, a huzal hosszát $3,32$ m-nek kell választanunk, hogy a kívánt teljesítményt elérjük.

Szebeni Zsolt (Budapest, Ilku P. Ált. Isk., 8. o. t.)

Megjegyzések. 1. A megoldásban felsorolt huzalanyagok ötvözetek, amelyeknek nemcsak nagy a fajlagos ellenállásuk, hanem az ellenállásuk hőmérsékletfüggése is jóval gyengébb, mint a tiszta fémeké. A megoldásban az ellenállás hőmérsékletfüggését el is hanyagoltuk.

2. A megoldásból úgy látszik, mintha a merülőforralót tetszőleges kis méretben is el lehetne készíteni. Ez azonban nincs így. Minél kisebb keresztmetszetű huzalt alkalmazunk, annál kisebb lesz a huzal $2l\sqrt{A\pi}$ felülete, amely mentén a huzalban keletkezett Joule-hő átadódhat a környezetnek. Minél kisebb ez a felület, annál nagyobb izzási hőmérsékletre van tehát szükség. A fűtőhuzalt gyártó vállalatok ezért megadják, hogy mekkora az egységnyi felületen leadható hő maximuma. Így például a Kauthal cég adata a „maximális felületi terhelésre”: $K = 2 \text{ W/cm}^2$. Ezt figyelembe véve esetünkben a fűtőhuzal teljes felülete legalább

$$2l\sqrt{A\pi} = 1047 \text{ W} / (2 \text{ W/cm}^2) = 523,5 \text{ cm}^2$$

kell, hogy legyen. A

$$46,2 \Omega = 1,39 \Omega\text{mm}^2/\text{m} \cdot (l/A)$$

egyenletet felhasználva kiszámíthatjuk a minimális méreteknek megfelelő adatokat. Megoldva a kétismeretlenes egyenletrendszer

$$A = 0,58 \text{ mm}^2, \quad l = 19,4 \text{ m}.$$

Ebből látszik, hogy a megoldásba megadott $0,1 \text{ mm}^2$ -es keresztmetszetű huzal nem használható a gyakorlatban mert ez a fűtőszál túlmelegedés miatt rövid idő alatt kiégne. Az elképzelhető legkisebb térfogatú fűtőtest a most kiszámított adatokkal valósítható meg.