

Kirjoita jokaiseen vastauspaperiin: nimi ja opiskelijanumero.

JOKAINEN TEHTÄVÄ OMALLE KONSEPTILLE!

1. Prosessiin halutaan pumpata 200 m³/h jäähdytysvettä vesisäiliöstä. Imuputki on 25 m pitkä, sisähalkaisija on 175 mm ja siinä on kolme 90 ° ($R=D$) mutkaa, kaksi palloventtiiliä sekä sihti, jonka vastus on ($\zeta = 3,5$). Painepuolen putki on 120 m pitkä, sisähalkaisija on 125 mm ja siinä on viisi 90 ° ($R=1,5D$) mutkaa, kaksi kalvoventtiiliä sekä yksi lautasventtiili. Putkimateriaali on tavallista terästä. Pumppu sijoitetaan 3 m vesisäiliön pinnan yläpuolelle. Paineputken ulostulo on ilmaan ja 12 m pumppua korkeammalla. Veden keskimääräinen lämpötila on 15 °C. Käytettävissä on LIITTEEN 1. mukainen pumppu eri siipipyörävaihtoehdoilla. Sopiiko pumppu jäähdytysveden pumppaukseen ja minkä kokoisen siipipyörän valitset. Määritä myös pumpun tehon kulutus. Voit muuttaa hieman lähtöarvoja tarvittaessa.

2. Kylläistä vesihöyryä ($p = 4,8$ bar) lauhdutetaan 2 kg/s. Lauhduttimen putket on asetettu pystysuoraan. Putkien ulkohalkaisija on 50 mm ja seinämän paksuus 3 mm. Putkia on 10 kpl. Jäähdytysvesi virtaa putkipuolella ja lämpenee 10 °C:sta 80 °C:een. Putken seinämän lämpötila on vakio 100 °C.

Laske:

- tulevan jäähdytysveden tilavuusvirta (m³/h)
- kokonaislämmönläpäisykerroin
- lämmönsiirtimen pinta-ala

Putken seinämän lämmönsiirtovastus voidaan olettaa mitättömäksi. Lauhteen virtaus on turbulenttia ($Gr_b=6,4$ kg/ms). Filmikerroksen lämpötila voidaan arvioida seuraavasti:

$$T_f = T_{\infty,h} - \frac{3(T_{\infty,h} - T_w)}{4}$$

3. Mitkä ovat lämpöhäviöt 6 m pituisesta vaakasuorasta höyryputkesta, jonka sisähalkaisija on 54 mm ja ulkohalkaisija 60 mm. Putkessa virtaavan kylläisen vesihöyryn paine on 8 bar. Ympäristön lämpötila on 17 °C. Putken pinnan emissiviteetti on 0,85. Putken seinämän lämmönsiirtovastus voidaan olettaa mitättömäksi.

Kuinka paljon lämpöhäviöt pienevät, jos putki päällystetään 50 mm paksulla eristekerroksella, jonka lämmönjohtavuus on 0,07 W/mK ja jonka pinnan emissiviteetti on 0,80. Lämmönsiirtokerroin eristekerroksen ulkopinnasta ympäristöön on 15 % pienempi kuin alkuperäisessä tapauksessa putken pinnasta ympäristöön.