

Inżynieria i aparatura procesowa, projekt 2: Opory przepływu, równanie Darcy – Weisbacha, opory lokalne, moc pompy

1. Obliczyć straty ciśnienia pary wodnej o średnim ciśnieniu 4bar, płynącej z natężeniem 10 kg/min przewodem o średnicy 50 mm i długości 100 m. Obliczyć krytyczną dla przepływu laminarnego prędkość pary wodnej oraz strumień masy.
2. Obliczyć wymiary przewodu do transportu 120 kg/h powietrza o temperaturze 20°C pod średnim ciśnieniem 1,5 at, jeżeli przewód będzie miał przekrój kwadratowy, a zakładany spadek ciśnienia mierzony na długości 50 m wynosi 250 Pa. Założyć, że przepływ jest burzliwy (zakres $3000 < Re < 10^5$).
3. Przestrzeń międzururową wymiennika ciepła, równoległe do rurek, płynie woda z prędkością 0,75 m/s. Woda ogrzewa się od 15 do 45°C. Średnica wewnętrzna płaszczka wynosi 0,85m, liczba rurek wymiennika o średnicach 33/30 mm i długości 6m, wynosi 75. Wyznaczyć charakter przepływu wody, masowe natężenie przepływu oraz straty ciśnienia wody na tarcie.
4. Powietrze o temp. 22°C przesyłane jest przewodem o średnicy 15 mm i długości 30 m. Na przewodzie zamontowano trzy kolanka prostokątne i dwa zawory. Wylot z przewodu znajduje się 9m powyżej wlotu do przewodu. Powietrze przesyłane jest do aparatu, w którym panuje ciśnienie 1,5 at. Jakiego powinno być objętościowe natężenie przepływu powietrza w przewodzie aby przepływ był burzliwy. Jakiego nadciśnienia powietrza należy utrzymać na wlocie do przewodu.
5. Roztwór o gęstości 1,04 g/cm³ i lepkości 1,8 cP spływa grawitacyjnie ze zbiornika otwartego do reaktora, w którym panuje nadciśnienie 0,25 bar. Jaka powinna być wysokość poziomu cieczy w zbiorniku zasilającym względem miejsca zasilania w reaktorze, aby prędkość przepływu cieczy w przewodzie zasilającym o średnicy wewnętrznej 37,5 mm wynosiła 1,2 m/s. Rurociąg zasilający ma całkowitą długość 25 m i jest na nim zamontowanych 5 kolanek 90° i zawór
9. Na jakiej wysokości nad poziomem poboru wody może być zainstalowany zbiornik ciśnieniowy ($\Delta P_{nad} = 2,1$ at), aby możliwe było przetłoczenie do niego wody o temp. 35°C w ilości 1,25 kg/s pompą o mocy 1 kW i sprawności 65%. Rurociąg ssawny i tłoczny mają średnicę 30 mm i łączną długość 50 m. Na rurociągu zainstalowane są dwa zawory i 5 kolanek 90°.
10. Jaką moc powinna mieć pompa o sprawności 65%, aby przetłoczyć z prędkością 1,2 m/s oleju o gęstości 841,8 kg/m³ i lepkości $4,56 \cdot 10^{-6}$ m²/s przewodem o długości 20 m i średnicy wewnętrznej 70 mm. Poziom rurociągu podnosi się o 4 m. Na rurociągu zamontowano 2 zawory o oporze lokalnym 5,5 każdy oraz 4 kolanka o oporze 0,7 każde. Dla pozostałych oporów lokalnych długość zastępcza wynosi 35 m.
11. Obliczyć moc pompy, która będzie tłoczyła olej sojowy o temperaturze 60°C z otwartego zbiornika do filtra, w którym panuje nadciśnienie 2 at, znajdującego się 2 m powyżej zbiornika. Olej płynie przewodem o średnicy 36 mm i długości 30 m. Natężenie przepływu wynosi 5000 kg/h. Instalację zbudowano wykorzystując 5 kolanek, 2 zawory, a opór elementów pomiarowych odpowiada długości zastępczej równej 10 m. Założyć sprawność instalacji 80%.
12. Na jaką maksymalną wysokość można przetłoczyć roztwór chlorku wapnia pompą o mocy 0,5 kW i sprawności 80%? Roztwór przepływa przewodem o średnicy 0,05 m ze średnią prędkością 0,5 m/s. Współczynnik wszystkich oporów miejscowych przyjąć równy $\zeta=23$. Założyć, że długość przewodu jest równa wysokości tłoczenia. Gęstość i lepkość roztworu w warunkach zadania wynoszą odpowiednio 1100 kg/m³ i 1,72 cP.